

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Ciencias de la Tierra

Diseño de una carretera perimetral para vehículos pesados en el cantón

Naranjito, Longitud = 2.8 km

INGE-2292

Proyecto Integrador

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero Civil

Presentado por:

Jhon Paúl Franco Montalvo

Melina Pamela Sánchez Cedeño

Guayaquil - Ecuador

Año: 2023

Agradecimientos

En primer lugar, quisiera expresar mi más profundo agradecimiento al PhD. Eduardo Santos, quien en su rol de profesor guía de esta tesis y como docente, me ha otorgado grandes enseñanzas, no solo de ingeniería, sino también sobre la vida y lo que realmente significa ser un profesional integral y con valores.

También le agradezco a mi compañera de tesis Melina Sánchez, con quien estuve trabajando para completar este proyecto.

Finalmente, y no por eso menos importante, me gustaría expresar un gran agradecimiento a mi familia, de quienes siempre he recibido un profundo apoyo. Tanto cuando estaba en el colegio, así como también cuando me propuse ingresar a ESPOL y demás retos que he enfrentado. Esperando convertirme en un profesional íntegro, le agradezco a cada una de esas personas que se ha presentado en mi camino, de quienes me he llevado algún aprendizaje que me ha servido y servirá para crecer día y día para convertirme en una persona mejor de la que fui ayer

Jhon Paul Franco Montalvo

Agradecimientos

Le agradezco a Dios por darme sabiduría, guiarme y permitirme culminar esta etapa.

A mi tutor el PhD. Eduardo Santos Baquerizo por su enseñanza, paciencia y dirección en la realización del proyecto.

A mis padres Wendy Cedeño y Xavier Sánchez por su respaldo, amor y consejo en todo mi caminar.

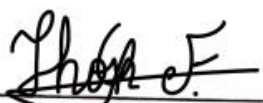
A mi abuela Azucena Espinoza, quien desde niña me formó y con su gran amor me cuidó e instruyó.

Finalmente, pero no menos importante a Luis González, mi fiel e incondicional apoyo, quien me ayudó a no rendirme dándome aliento y consejos en toda esta etapa.

Melina Sánchez Cedeño

Declaración Expresa

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; *Jhon Paul Franco Montalvo* y *Melina Pamela Sánchez Cedeño* damos nuestro consentimiento para que la ESPOC realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Jhon Paul Franco
Montalvo



Melina Pamela Sánchez
Cedeño

Evaluadores



MSc. Daniel Falqu ez Torres

Profesor de Materia



PhD. Eduardo Santos Baquerizo

Tutor de proyecto

RESUMEN

El cantón de Naranjito y sus habitantes tienen como fuente económica principal el comercio de productos agrícolas, el flujo vehicular de los camiones pesados dedicados a la movilización de estos actualmente es realizado por una vía en el centro del cantón exponiendo así a los habitantes a posibles accidentes o a tener problemas de congestión vehicular y emisión de gases producidos por los camiones. Identificando esta problemática, el objetivo del presente proyecto es el de diseñar una carretera perimetral de 2742 m que bordee al cantón y ofrezca comodidad, seguridad y confort a los usuarios, mediante el análisis de información de base como datos topográficos, datos hidrológicos, estudios de suelo y aforo de tránsito. Para el desarrollo de este, se realizaron ensayos de suelo de granulometría, densidad, Proctor y CBR, se tomó los datos topográficos a través de un dron y se realizaron varios días de aforo de tránsito en los ingresos y salidas de la vía a diseñar, usando también normativas como la MTOP, AASHTO, NEVI-12, INEN, etc. Como resultados se obtuvo el diseño geométrico vertical y horizontal de la vía con radios de curvatura, pendientes y velocidad dentro de la normativa vigente. También se clasificó la vía como una carretera clase III y se escogió como mejor alternativa un diseño de pavimento flexible, se sugirió una posible señalización, se estimó un presupuesto de \$1.500.389,84 y un cronograma de obra con una duración de 126 días laborables. Finalmente se logró el objetivo de diseñar una carretera segura y sostenible que conecte el comercio de Naranjito con otros cantones y ciudades.

Palabras Clave: Diseño, pavimento, presupuesto, cronograma, ensayos de laboratorio.

ABSTRACT

The canton of Naranjito and its inhabitants have as their main economic source the trade of agricultural products, the vehicular flow of heavy trucks dedicated to the mobilization of these products is currently done through a road in the center of the canton, thus exposing the inhabitants to possible accidents or to have problems of vehicular congestion and gas emissions produced by the trucks. Identifying this problem, the objective of this project is to design a 2742 m perimeter road that borders the canton and offers convenience, safety and comfort to users, through the analysis of basic information such as topographic data, hydrological data, soil studies and traffic gauging. For the development of this project, soil tests of granulometry, density, Proctor and CBR were carried out, topographic data were taken through a drone and several days of traffic gauging were carried out at the entrances and exits of the road to be designed, also using standards such as MTOP, AASHTO, NEVI-12, INEN, etc. As a result, we obtained the vertical and horizontal geometric design of the road with radii of curvature, slopes and speed within the current regulations. The road was also classified as a class III road and a flexible pavement design was chosen as the best alternative, a possible signage was suggested, a budget of \$1,500,389.84 was estimated, and a construction schedule of 126 working days was drawn up. Finally, the objective of designing a safe and sustainable road that connects Naranjito's commerce with other cantons and cities was achieved.

Keywords: Design, pavement, budget, schedule, laboratory tests.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT.....	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS.....	VII
SIMBOLOGÍA	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Antecedentes.....	1
1.2 Presentación general del problema.....	1
1.3 Justificación del problema	2
1.4 Objetivos.....	2
1.4.1 Objetivo General	2
1.4.2 Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO 2.....	4
2. MATERIALES Y MÉTODOS	4
2.1 Revisión de literatura.....	4
2.1.1 Conceptos de diseño.....	5

2.1.1.1	TPDA	5
2.1.1.2	Velocidad de diseño	6
2.1.1.3	Intensidad	8
2.1.1.4	Densidad de tráfico.....	8
2.1.1.5	Capacidad Vial	8
2.1.1.6	Nivel de Servicio.....	8
2.2	Área de estudio.	9
2.3	Trabajo de campo y laboratorio.....	11
2.3.1	Levantamiento Topográfico.	11
2.3.2	Aforo (Plan de Aforo).	12
2.3.3	Trabajo de Laboratorio.....	18
2.3.4	Granulometría.....	19
2.3.5	Ensayo de Proctor.....	20
2.3.6	Análisis de datos.....	23
2.3.7	Determinación del CBR	25
2.3.8	Ensayo de densidad de Campo - Método de Cono y Arena.....	27
2.4	Análisis de alternativas	30
2.4.1	Alternativa 1: Pavimento Rígido.....	30
CAPÍTULO 3.....		34
3.	DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES	34
3.1	Diseños	34
3.1.1	Velocidad de Diseño	34

3.1.2	Diseño Horizontal de la vía.....	35
3.1.3	Diseño Vertical de la Vía	42
3.1.4	Diseño de Pavimento Flexible.....	48
3.1.5	Señalización Vial.....	60
3.1.5.1	Señalización Horizontal	61
3.1.5.2	Señalización Vertical.....	64
3.2	Especificaciones técnicas	74
CAPÍTULO 4.....		75
4.	ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL	75
4.1	Descripción del proyecto	75
4.2	Línea base ambiental	76
4.2.1	Condiciones físicas.....	76
4.2.2	Condiciones climáticas.....	77
4.3	Actividades del proyecto	78
4.4	Identificación de impactos ambientales.....	81
4.5	Valoración de impactos ambientales	82
4.6	Medidas de prevención/mitigación.....	84
4.6.1	Drenaje adecuado:	84
4.6.2	Protección de márgenes:.....	84
4.6.3	Monitoreo constante:.....	84
4.6.4	Control de erosión:	84
4.6.5	Gestión de sedimentos:.....	85

4.6.6 Educación y participación comunitaria y obrera:.....	85
CAPÍTULO 5.....	86
5. PRESUPUESTO	86
5.1 Estructura Desglosada de Trabajo	86
5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión).....	87
5.3 Descripción de cantidades de obra (Revisar)	87
5.4 Valoración integral del costo del proyecto	88
5.5 Cronograma de obra	89
CAPÍTULO 6.....	90
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	90
6.1 Conclusiones.....	90
6.2 Recomendaciones	92
BIBLIOGRAFÍA	93
Materiales.....	127
Condiciones generales.....	127
1) Granulometría	127
2) Limpieza	128
3) Plasticidad.....	128
Dotación de los Materiales.....	128

ABREVIATURAS

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
ASTM	American Society for Testing and Materials
NACE	National Association of Corrosion Engineer
SSC	Electrodo de Plata Cloruro de Plata
CSE	Electrodo de Cobre Sulfato de Cobre
HWL	High Water Level
LWL	Low Water Level
CIS	Inspección pasó a paso, medición de potenciales de encendido
MPY	Milésimas de pulgadas por año

SIMBOLOGÍA

mil	Milésima de pulgada
mg	Miligramo
pH	Potencial de Hidrógeno
m	Metro
mV	Milivoltio
Cu	Cobre
Ni	Níquel
C	Carbono
Mn	Manganeso
P	Fósforo

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Zona de estudio del proyecto.....	9
Figura 2 Inicio del camino existente.....	10
Figura 3 Canal lateral al camino existente.....	10
Figura 4 Curvas de nivel, topografía.....	11
Figura 5 Ortofoto, obtenido por dron.....	12
Figura 6 Puntos de aforo.....	13
Figura 7 Aforo, punto 1.....	13
Figura 8 Aforo, punto 2.....	13
Figura 9 Aforo, punto 3.....	14
Figura 10 Aforo, punto 4.....	14
Figura 11 Valores recomendados de diseño para carreteras.....	17
Figura 12 Curva Granulométrica a 0.5 m de profundidad.....	19
Figura 13 Curva Granulométrica a 1m de profundidad.....	20
Figura 14 Realización de ensayos CBR y Proctor.....	21
Figura 15 Gráfica de Ensayo Proctor a 0.5 m de profundidad.....	23
Figura 16 Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes.....	26
Figura 17 Gráfica de obtención del CBR de diseño.....	27
Figura 18 Selección del Módulo Resiliente y coeficiente estructural de la Base.....	53
Figura 19 Selección del Módulo Resiliente y coeficiente estructural de la subbase...	54
Figura 20 Cálculo del número estructural de la Sub-Base.....	56
Figura 21 Cálculo del número estructural de la Base.....	56
Figura 22 Cálculo del número estructural de la capa de rodadura.....	57

Figura 23 Número estructural y espesores del pavimento de diseño.....	59
Figura 24 Subrasante y Capas del Pavimento de diseño.....	60
Figura 25 Recomendaciones para líneas segmentadas de circulación opuesta.....	62
Figura 26 Línea de pare en intersección para una vía bidireccional.....	63
Figura 27 Demarcadores o tachas viales.....	64
Figura 28 Señalización de límite máximo de velocidad	65
Figura 29 Señalización de reducción de velocidad R4-4.....	66
Figura 30 Señalización de uso del cinturón de seguridad.....	67
Figura 31 Señalización de Curvas Cerradas	68
Figura 32 Señalización de Curvas Abiertas	69
Figura 33 Curva y Contra curva cerrada.....	70
Figura 34 Curva y Contra curva abierta.....	71
Figura 35 Señalización de angostamiento vial, en ambos lados	71
Figura 36 Señalización de Kilómetros por hora	72
Figura 37 Señalización para ciudades, sitios, ríos, puentes, etc	73
Figura 38 Señalización de alineamiento horizontal D6-2.....	74
Figura 39 Canal de agua aledaño a la vía a diseñar	77
Figura 40 Probabilidad de precipitación mensual en el cantón Naranjito	78
Figura 41 Sembríos de caña de azúcar aledaños a la vía	79
Figura 42 Alcantarilla y vegetación alrededor de la vía	79
Figura 43 Ubicación de la Cantera Suarez Cepeles para transporte de material	80
Figura 44 Matriz de Conesa-Fernández.....	82
Figura 45 Desglose de presupuesto en categorías por rubro.....	86

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 TPDA Vehicular de la Provincia del Guayas	6
Tabla 2.2 Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de 2 carriles.....	6
Tabla 2.3 Ejemplo de Toma de datos de Vehículos Pesados aforados	15
Tabla 2.4. Factor de Ajuste Mensual	16
Tabla 2.5 Obtención del TPDA Proyectado a 20 años	17
Tabla 2.6 Datos Obtenidos en el Laboratorio a 0.5 m de profundidad	19
Tabla 2.7 Datos Obtenidos en el Laboratorio a 1 m de profundidad	19
Tabla 2.8 Determinación de la densidad húmeda	21
Tabla 2.9 Determinación del porcentaje de Humedad.....	22
Tabla 2.10 Determinación de la Densidad Seca	23
Tabla 2.11 Resultados del Ensayo CBR	25
Tabla 2.12 Esfuerzos en base a lecturas directas de hincado a los 56 y 25 golpes.....	25
Tabla 2.13 CBR de diseño	27
Tabla 2.14 Determinación de la densidad húmeda de campo.....	28
Tabla 2.15 Determinación de la densidad seca de campo.....	29
Tabla 2.16 Evaluación de propuestas. Escala de Likert.....	33
Tabla 3.1 Velocidades de diseño.....	35
Tabla 3.2 Libreta de Replanteo de curva horizontal para el PI 1	40
Tabla 3.3 Elementos de la Curva en cada Punto de Intersección	40
Tabla 3.4 <i>Distancias de visibilidad para Gradiente 0%</i>	42
Tabla 3.5 Libreta de replanteo de curvas del PI1 para el diseño vertical	46

Tabla 3.6 Anchos recomendables y Absolutos para Calzadas.....	47
Tabla 3.7 Ancho de espaldones para diseño de carretera	48
Tabla 3.8 Cálculo del factor camión para cada eje del vehículo.....	49
Tabla 3.9 Selección del factor direccional y factor carril	50
Tabla 3.10 Nivel de Confiabilidad para una carretera	51
Tabla 3.11 Tabla de desviación estándar para diseño de pavimento	51
Tabla 3.12 Modulo resiliente y coeficiente estructural por capa	55
Tabla 5.1 Cuantificación de rubros	87
Tabla 5.2 Presupuesto para el proyecto "Diseño de una Carretera Perimetral para vehículos pesados en el cantón Naranjito"	88

ÍNDICE DE PLANOS

PLANO 1	Diseño Vertical y Horizontal Km1
PLANO 2	Diseño Vertical y Horizontal Km 2
PLANO 3	Diseño Vertical y Horizontal Km3
PLANO 3	Secciones Transversales en la vía
PLANO 4	Diseño de Señalización Vial

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

El cantón Naranjito es una urbe comercial ubicada en la provincia del Guayas, Ecuador. Fue cantonizada en el año 1972 y cuenta con 34664 habitantes (INEC, 2022). Su economía está basada en el comercio, la ganadería y la agricultura. Por esta razón, su producción primaria incluye el cultivo permanente de cacao, café, azúcar y frutas para consumo local. El suelo del cantón es plano, con ligeras ondulaciones y cuenta con un clima cálido y húmedo. Naranjito es muy transitado por vehículos pesados, ya que se encuentra como punto de paso entre las provincias de Guayas y Chimborazo, además de conformar un destino turístico en la zona.

1.2 Presentación general del problema

El cantón Naranjito forma parte del trayecto que conduce a miles de personas en dirección a la provincia Chimborazo, región Sierra, a través de las vías Naranjito-Bucay, Marcelino Maridueña y Milagro-Naranjito, además de ser una urbe de elevado comercio agrícola. No obstante, actualmente el principal trayecto es a través de la ciudad, cuya calle no cuenta con las dimensiones ni pavimentación necesaria para la demanda existente de vehículos pesados, lo que provoca

congestión vehicular y deterioro acelerado de la misma, además de molestias y peligrosidad de accidentes para los transeúntes por la circulación de estos vehículos pesados.

1.3 Justificación del problema

El presente trabajo propone un diseño de vía perimetral en el cantón Naranjito, que permitirá reducir el desgaste acelerado de las vías internas, no adecuadas para este tipo de tráfico, además de aportar a mejorar la seguridad de los transeúntes y reducir el tráfico existente.

Adicionalmente, la construcción del proyecto, con base en el diseño propuesto, fomentaría el desarrollo del cantón, ofreciendo condiciones óptimas para el transporte en el sector productivo y turístico de la zona.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Diseñar una carretera perimetral para vehículos pesados que ofrezca comodidad, seguridad y confort a los usuarios en el cantón Naranjito, mediante el análisis de información de base como datos topográficos, datos hidrológicos, estudios de suelo y aforo de tránsito, usando el software Civil 3D en cumplimiento con la Norma Ecuatoriana Vial, considerando la reducción del impacto ambiental y sostenibilidad en el diseño.

1.4.2 Objetivos Específicos

- Realizar el estudio topográfico, de suelo y aforo vehicular existente, según la necesidad del proyecto.
- Diseñar una carretera perimetral con las características técnicas necesarias para ofrecer confort y satisfacer la demanda de vehículos pesados en el cantón Naranjito, en cumplimiento con la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI)
- Realizar un presupuesto económico con materiales sostenibles que garantice la calidad del proyecto en beneficio de la comunidad de Naranjito.

CAPÍTULO 2

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Revisión de literatura

Según el Manual Centroamericano de Normas para el diseño geométrico de carreteras – 3ª. Edición, 2011. Una carretera consiste en la representación de una ruta o camino en específico, cuyo objetivo previo a ser diseñada y construida es el de mantener un tráfico vehicular fluido, entre los medios de transporte que pueden transitar en una carretera están: autos, diversos tipos de camiones, motos, buses, etc. Pueden clasificarse según la capa de rodadura con la que son diseñadas, siendo estas de pavimento rígido constituido por losas de concreto o pavimento flexible conformado por el asfalto como mezcla bituminosa, las carreteras se encuentran compuestas por calzadas, carriles, señales de tráfico y otros elementos que garantizan la seguridad y eficiencia en el flujo de tránsito. Estas son importantes dado que permiten conectar grandes extensiones de áreas como países, ciudades y cantones, mejorando la movilización de los conductores, dando apertura al desarrollo para el comercio de productos agrícolas o fuentes económicas dentro de un país.

Tipos de carreteras:

- Autopistas: Estas vías son diseñadas para mantener velocidades altas generalmente de uso concurrido a largas distancias están conformadas por varios carriles y separadores de tráfico con puntos de control en las entradas y salidas.
- Carreteras principales: Estas carreteras son amplias y de gran capacidad, destinadas a enlazar ciudades y regiones, y pueden tener uno o varios carriles en cada dirección.

- Carreteras secundarias: Son caminos que conectan áreas menos densamente pobladas o zonas rurales, normalmente con un solo carril en cada sentido.
- Carreteras locales: Se trata de vías más pequeñas que enlazan zonas urbanas y rurales, con frecuencia con solo un carril en total.
- Carreteras urbanas: Calles situadas en áreas metropolitanas diseñadas para la circulación de distancias cortas.
- Carreteras de montaña: Son rutas que atraviesan terrenos montañosos y a menudo son estrechas y con muchas curvas.
- Carreteras costeras: Estas carreteras corren paralelas a la costa y brindan oportunidades para disfrutar de vistas panorámicas del mar.
- Carreteras Perimetrales: Autopistas o carreteras principales que rodean una ciudad con el fin de redirigir el tráfico de larga distancia alrededor de la urbe.

2.1.1 Conceptos de diseño

2.1.1.1 TPDA

Es el tráfico promedio diario anual, que indica el número vehicular en el que una vía es transitada durante las 24 horas de un día los 365 días del año; este registro es tomado a partir de un método de conteo.

Tabla 2.1
TPDA Vehicular de la Provincia del Guayas

Clase de carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R-I-O-R-II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Nota: MOP Departamento de Factibilidad, 2015

2.1.1.2 Velocidad de diseño

Según la NEVI-12, Es la velocidad más alta en la que los vehículos pueden transitar sobre una vía en condiciones seguras. Para su asignación es necesario previo a establecerla como límite considerar las características del terreno, tanto físicas, topográficas, importancia y nivel de tráfico, con el objetivo de elevar la seguridad y eficiencia de la vía, además de mejorar la movilización vehicular.

Tabla 2.2
Relación de la velocidad de operación con la velocidad de diseño para carreteras de 2 carriles

Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidad de Operación Promedio Km/h Volumen de Tránsito		
	Bajo	Medio	Alto
40	38	35	33
50	47	42	40
60	56	52	45
70	63	60	55
80	72	65	60
100	88	75	-
120	105	85	-

Nota: NEVI-12 Volumen 2A Norma para Estudios Viales

2.1.1.3 Intensidad

Este parámetro hace énfasis en el volumen de vehículos que atraviesan un tramo en específico de una vía o carretera dentro de un intervalo de tiempo medido en vehículos/hora. Este valor es calculado a través de recuentos de tráfico, ya sea de forma manual o automática.

2.1.1.4 Densidad de tráfico

Representa la cantidad de vehículos por cada unidad de longitud de la carretera. Se puede calcular utilizando mediciones de velocidad e intensidad. El punto más alto de densidad de tráfico se alcanza cuando todos los vehículos están alineados sin espacio entre ellos.

2.1.1.5 Capacidad Vial

Máximo número de vehículos que puede pasar por unidad de tiempo varía en vías urbanas de flujo discontinuo y está influenciada por la duración de la luz verde de los semáforos; este parámetro se ve afectado por la geometría de la vía, estacionamiento, composición de tráfico, ubicación de paradas de autobuses, intersecciones y giros vehiculares permitidos.

2.1.1.6 Nivel de Servicio

“El estudio del funcionamiento del tránsito vehicular es realizado por medio del concepto de nivel de servicio, una medida que caracteriza las condiciones en la que opera el tráfico y cómo estas logran ser receptadas por los conductores o usuarios en una vía. Estas condiciones se detallan en relación con aspectos como la velocidad, tiempo de recorrido, libertad de maniobra, comodidad, y seguridad vial.” (Rafael Cal y Mayor R., 2007)

2.2 Área de estudio.

El área de estudio es el cantón Naranjito, en la provincia del Guayas. El cantón cuenta con aproximadamente 27000 habitantes. La zona específica se extiende desde la Vía Marcelina Maridueña hasta la Vía Naranjito Bucay, partiendo en las coordenadas UTM 671350 E, 9758666 S.

Figura 1

Zona de estudio del proyecto



Figura 2

Inicio del camino existente

**Figura 3**

Canal lateral al camino existente



En la actualidad, la mayor afluencia de tránsito pesado cruza por la ciudad (línea roja).

La Vía Naranjito-Bucay es transitada por una gran afluencia de vehículos que se dirigen a la sierra como destino final. Tanto esta como la Vía Marcelino Maridueña se encuentra pavimentadas (pavimento flexible) y en funcionamiento para tráfico liviano y pesado.

2.3 Trabajo de campo y laboratorio

2.3.1 Levantamiento Topográfico.

Debido a las condiciones adversas del sitio e inconvenientes con los dueños de plantaciones cercanas, no fue posible realizar el levantamiento topográfico con estación total. El levantamiento de la zona se realizó con el uso del equipo RTK GNSS y Dron, acompañado de otras herramientas topográficas como: bastón y estacas para los puntos de control georreferenciados.

Se inició programando el plan de vuelo del dron, a 50 m de altura con una franja de 100 m de largo, tomando como centro el eje del camino existente en la zona (Ilustración 1). Paralelamente, se trasladó en auto a los puntos de control para el levantamiento (11 puntos en total), que fueron georreferenciados con el equipo RTK.

Se calibró el dron y se empezó con el plan de vuelo, de una duración de 1h y media, ejecutada en 3 vuelos de media hora debido a la duración de las baterías del equipo.

Finalmente, se almacenó los datos tomados para su procesamiento en oficina y grafica en plano.

Posterior al procesamiento, se obtuvo la ortofoto georreferenciada de la zona del levantamiento, así como las curvas de nivel y listado de coordenadas de puntos.

Figura 4

Curvas de nivel, topografía

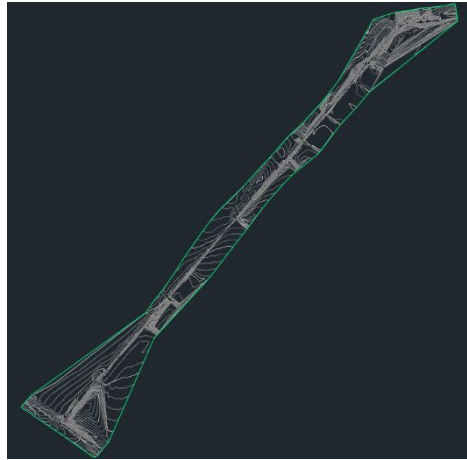
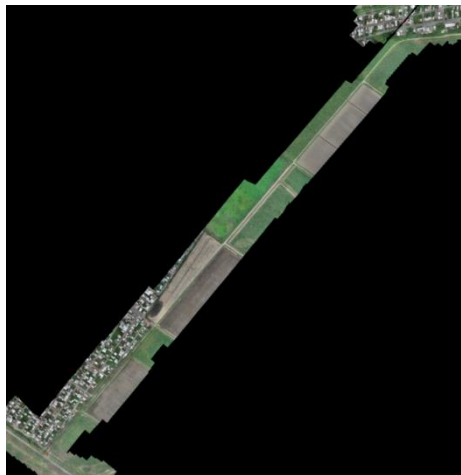


Figura 5

Ortofoto, obtenido por dron



2.3.2 Aforo (Plan de Aforo).

Para el aforo, se realizó el conteo en la intersección de la vía con la Vía Marcelino Maridueña, y en las intersecciones con caminos vecinales a lo largo, en un total de 4 puntos. Se diferenció en el conteo vehículos pesados (buseta, bus interprovincial, C2-P, C2-S1, C3, C3-S2, C3-S3) y vehículos livianos (autos, taxis y motos).

Posteriormente, por medio de los factores mensuales del MOP, se realizó la proyección de los datos de forma anual, para concluir con el valor de TPDA.

Figura 6

Puntos de aforo



Figura 7

Aforo, punto 1



Figura 8

Aforo, punto 2



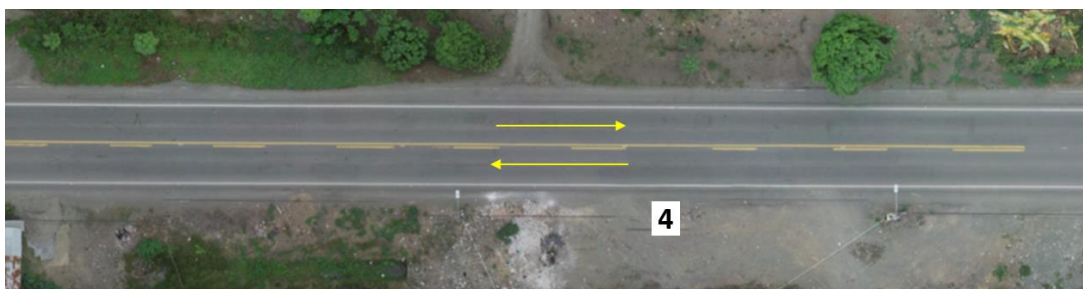
Figura 9

Aforo, punto 3



Figura 10

Aforo, punto 4



El conteo inicio de manera simultánea en los 4 puntos, durante todo el día, tomando datos en intervalos de 15 minutos.

Para el análisis del TPDA se escogió el primer punto de aforo, es decir el punto de acceso a la vía por la que actualmente transitan los camiones pesados dentro del cantón, tomando en cuenta únicamente los ingresos a la vía. Al procesar los datos tomados en el aforo se llevó todos los vehículos a un único vehículo pesado, el C3. Los resultados obtenidos después del procesamiento de datos para los días de aforo fueron:

Tabla 2.3
Ejemplo de Toma de datos de Vehículos Pesados aforados

Ingresos vía 1			
Hora	Día 1	Día 2	Día 3
14:15	15	5	9
14:30	7	5	4
14:45	6	7	6
15:00	5	7	5
15:15	11	11	7
15:30	10	8	8
15:45	12	10	8
16:00	9	10	9
16:15	9	12	10
16:30	7	7	5
16:45	7	5	5
17:00	7	6	6
17:15	5	6	5
17:30	11	7	8

17:45	6	6	5
18:00	4	4	3
18:15	4	5	4
18:30	5	6	5
18:45	7	7	6
19:00	6	8	6
19:15	5	6	5

Al tener esta data se puede obtener el TPDA, para lo cual:

$$TPD = \frac{\# \text{ Total de Vehículos}}{\# \text{ de días de aforo}} \quad (2.1)$$

$$TPDS = \frac{5}{7} * \sum \frac{Dn}{m} + \frac{2}{7} * \sum \frac{De}{m} \quad (2.2)$$

Tabla 2.4.
Factor de Ajuste Mensual

Mes	Factor
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034
Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

Nota: MTOP, Ministerio de Transporte y Obras Públicas

Para una cantidad de 20 años de servicio futuros para el pavimento y una tasa de crecimiento vehicular del 3% se obtiene:

Tabla 2.5


Obtención del TPDA Proyectado a 20 años

TPDS	570,21
fm	0,953
fd (factor de ajuste diario)	1,03
TPDA	560
Tráfico Desarrollo (5%)	28
Tráfico Generado (25%)	140
Tráfico Asignado	728
n	20 años
r	3%
Tráfico Proyectado	982

Con el Tráfico promedio diario anual proyectado a 20 años, cuyo valor resultó en 982, se puede clasificar la carretera según la MTOP como una carretera de clase III, teniendo valores de referencia para el diseño de la carretera:

Figura 11

Valores recomendados de diseño para carreteras



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE
DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

NORMAS	CLASE I 3 000 – 8 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 - 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾							
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA				
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (K.P.H.)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25 ⁽³⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽³⁾		
Radio mínimo de curvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20 ⁽³⁾		
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25		
Distancia de visibilidad para rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	690	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110		
Peralte	MÁXIMO = 10%												10% (Para V > 50 K.P.H.) 8% (Para V < 50 K.P.H.)																			
Coefficiente "K" para: ⁽²⁾																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3		
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal ⁽⁴⁾ mínima (%)	0,5%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,70			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁵⁾							
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado							
Ancho de espaldones ⁽³⁾ estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (C.V. Tipo 6 y 7)						—							
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)							
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 ⁽⁶⁾ - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						—							
Curva de transición	USENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																															
Puentes	Carga de diseño HS - 20 - 44; HS - MOP; HS - 25																															
	Ancho de la calzada (m) SERA LA DIMENSION DE LA CALZADA DE LA VIA INCLUIDOS LOS ESPALDONES																															
	Ancho de Aceras (m) ⁽⁷⁾ 0,50 m. mínimo a cada lado																															
Mínimo derecho de vía (m)	Según el Art. 3º de la Ley de Caminos y el Art. 4º del Reglamento aplicativo de dicha Ley																															
LL = TERRENO PLANO 0 = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO																																

Nota. La fuente de esta figura es: Ministerio de Transporte y Obras públicas, MTOP

2.3.3 Trabajo de Laboratorio.

Para el estudio de suelo, con el objetivo de hacer un correcto diseño de la carretera, se realizó una sola calicata al inicio del trayecto considerando que el material situado a lo largo de los 2.8 km es el mismo material de relleno; concluido esto se requerirá realizar los siguientes ensayos de laboratorio:

- Granulometría (Normas de referencia: AASHTO 7-87-70, 7- 88-70 - ASTM D421-58, D422- 63)
- Límite líquido (Normas de referencia: ASTM DM 23-66 - AASHTO T- 89-68)
- Proctor modificado (Normas de referencia: ASTM D -698– 91, D 1557 - 91 - AASHTO T-180 – 93, T-99-94)
- CBR
- Densidad de Campo

Durante la toma de muestras se excavó a dos profundidades, para la primera profundidad de 0.5 m se extrajo una muestra de 30 kg y para la segunda situada a 1m se extrajeron dos sacos de 30 kg; a cada longitud se le tomó una muestra de la base del material para posteriores ensayos. Visualmente se pudo percibir que a medida que la profundidad iba aumentando el color del material iba oscureciendo; esto debido a la humedad, ya que se iba acercando al nivel freático.

Para el estudio de las muestras en el laboratorio se realizó un proceso de tendido y secado al sol del material obtenido, posterior a esto se cuarteó las muestras secas separando las cantidades necesarias para cada ensayo.

2.3.4 Granulometría

Este ensayo tiene como finalidad la clasificación del tipo de suelo para el material tomado en la calicata excavada a diferentes profundidades; para esto se usaron dos recipientes con muestras de las bases a 0.5 m y 1 m, se secaron las muestras en el horno durante 24 horas, luego de esto se las retiró, enfrió y se procedió con el lavado de estas. Lavadas las muestras, se las colocó nuevamente en el horno durante 24 horas, con estas muestras secas se continuó a colocarlas en la tamizadora por un tiempo de 2 minutos usando los tamices N°4, N°10, N°40 y N°200. Al concluir el tiempo se retiró los tamices y se pesó el porcentaje retenido en cada uno; dando como resultado:

Tabla 2.6

Datos Obtenidos en el Laboratorio a 0.5 m de profundidad

Tamiz	Abertura	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
N 4	4.76	0.2	0.03	0.03	99.97
N 10	2	0	0.00	0.03	99.97
N 40	0.425	4	0.68	0.71	99.29
N 200	0.075	575.1	97.79	98.50	1.50
Fondo		8.8	1.50	100.00	
Total		588.1	100.00		

Tabla 2.7

Datos Obtenidos en el Laboratorio a 1 m de profundidad

Tamiz	Abertura	Masa Retenida (g)	% Retenido	% Retenido Acumulado	% Pasante Acumulado
N4	4.76	1.7	0.28	0.28	99.72
N10	2	1.6	0.26	0.55	99.45
N40	0.425	65.5	10.83	11.38	88.62
N200	0.075	532.7	88.11	99.49	0.51
Fondo		3.1	0.51	100.00	
Total		604.6	100.00		

Figura 12

Curva Granulométrica a 0.5 m de profundidad

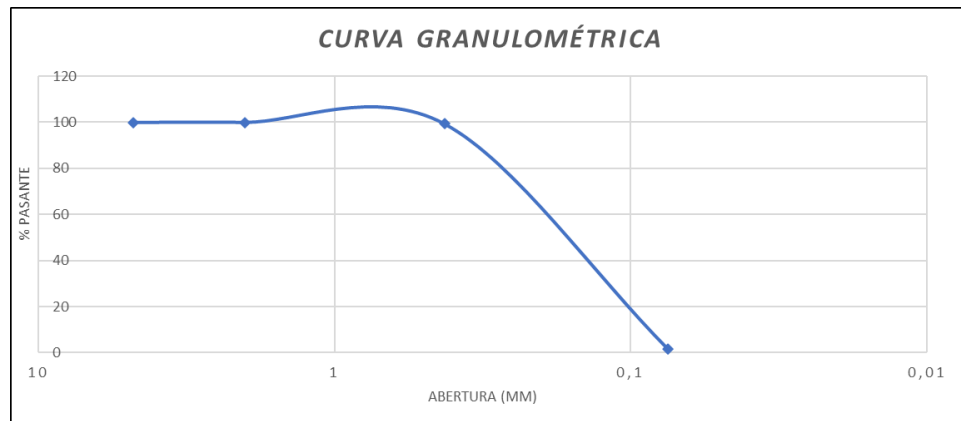
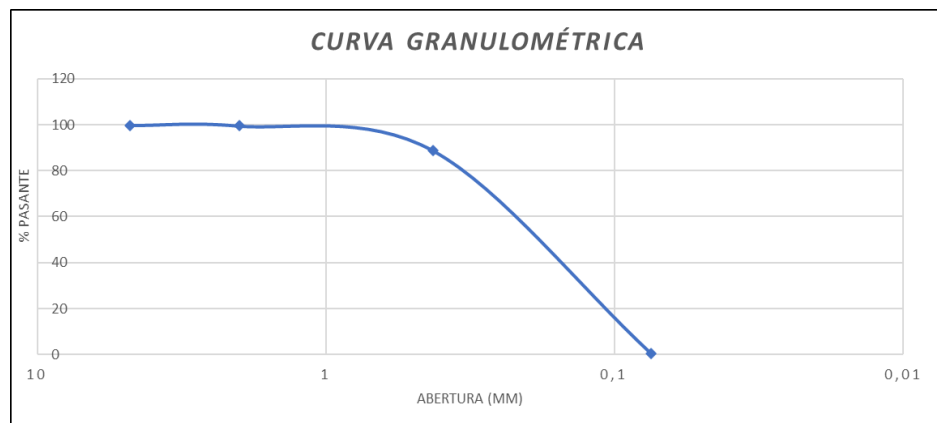


Figura 13

Curva Granulométrica a 1m de profundidad



2.3.5 Ensayo de Proctor

Este ensayo se realizó con la finalidad de encontrar la compactación del suelo y hallar la densidad seca máxima y el porcentaje óptimo de humedad del material.

Para esto se tomaron 5 muestras de 3kg cada una respectivamente para las profundidades de 0.5 m y 1 m. El molde usado para el ensayo fue de 4" y se realizaron 5 capas con un numero de 25 golpes, utilizando un martillo de 4.54 kg/457mm.

Para la profundidad de 0.5 m:

Figura 14*Realización de ensayos CBR y Proctor***Tabla 2.8***Determinación de la densidad húmeda*

Parámetro	Punto 1	Punto 2	Punto 3	Punto 4	Punto 5
Masa compactada + molde (Kg)	5,704	5,704	5,782	5,84	5,668
Densidad Húmeda (Kg/m ³)	1622,881	1622,881	1705,508	1766,949	1584,746

Tabla 2.9
Determinación del porcentaje de Humedad

Parámetros	Determinación de la humedad				
Masa de agua añadida (g)	50	100	150	250	350
ID del recipiente	3	1	18	16	290
Masa del recipiente (g)	149,6	163,5	146,4	156,7	142,1
Masa de suelo húmedo + recipiente (g)	1473,4	1410,7	1351,1	1429	1339,9
Masa de suelo seco + recipiente (g)	1439,2	1357,2	1282,4	1322,3	1210,3
Masa de agua evaporada (g)	34,2	53,5	68,7	106,7	129,6
Masa de suelo seco (g)	1289,6	1193,7	1136	1165,6	1068,2
Humedad (%)	2,652	4,482	6,048	9,154	12,133

Tabla 2.10
Determinación de la Densidad Seca

Determinación de la densidad seca					
A	1,027	1,045	1,060	1,092	1,121
Densidad seca	1580,955	1553,266	1608,249	1618,766	1413,279

2.3.6 Análisis de datos

Una vez tomados los datos de laboratorio, se procesaron usando el software Excel, entregando como resultado la clasificación del tipo de suelo por granulometría y el porcentaje óptimo de humedad en conjunto de la densidad seca máxima a través del ensayo Proctor.

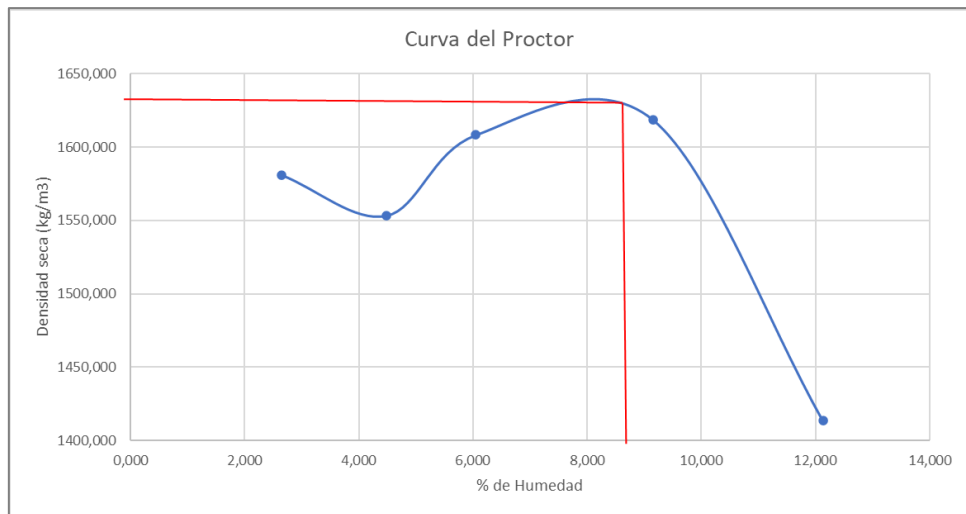
Clasificación SUCS: Al tener más del 50% retenido del tamiz N°200 es clasificado como un Suelo Grueso y al pasar más del 50% por el tamiz #4 es clasificado como una Arena "SP", es decir que el terraplén posee una arena mal graduada con muy poco número de finos.

Clasificación AASHTO: Al tener menos del 35% de pasante en el tamiz #200 se trata de una grava o una arena pertenecientes al grupo A-1, A-2, A-3 y al observar la tabla de clasificación del Braja M Das "Fundamentos de Ingeniería Geotecnia" es clasificado como un suelo A-3.

Para el Proctor se graficaron los 4 puntos obteniendo:

Figura 15

Gráfica de Ensayo Proctor a 0.5 m de profundidad



En donde se observa la densidad máxima de 1618.86 kg/m^3 y un porcentaje de humedad óptimo de 9.2 %.

2.3.7 Determinación del CBR

Tabla 2.11

Resultados del Ensayo CBR

	<i>Parámetros</i>	<i>Antes</i>		<i>Después</i>	
HUMEDAD	<i>Golpes por capa</i>	56	25	56	25
	<i>Id del recipiente</i>	21	16	19	10
	<i>Masa del recipiente (g)</i>	98,8	97	90,5	96,8
	<i>Masa SH + recipiente (g)</i>	449,2	460,1	497,5	545,9
	<i>Masa de SS + recipiente (g)</i>	419,7	430,1	420,5	432,1
	<i>Masa del agua (g)</i>	29,5	30	77	113,8
	<i>Masa del SS (g)</i>	320,9	333,1	330	335,3
	<i>Humedad (%)</i>	9,19	9,01	23,33	33,94
	DENSIDAD	<i>Id del molde</i>	3	5	7
<i>Masa del molde (kg)</i>		7,248	6,796	6,542	7,231
<i>Volumen del molde (m3)</i>		0,002121	0,002119	0,002121	0,002119
<i>Masa compactada + molde</i>		10,922	10,196	11,032	10,241
<i>Densidad humedad (kg/m3)</i>		1732,20179	1604,53	2116,926	1420,4814
<i>C= (F+100)-0.01</i>		1,092	1,090	1,233	1,339
<i>Densidad seca (kg/m3)</i>		1586,36859	1471,961	1716,4265	1060,5375

Tabla 2.12

Esfuerzos en base a lecturas directas de hincado a los 56 y 25 golpes

Hincado del pistón		Esfuerzo (Mpa)	
mm	pulgadas	56 golpes	25 golpes
0	0	0,094	0,094
0,64	0,025	0,208	0,094
1,27	0,05	0,276	0,117
1,91	0,075	0,117	0,117
2,54	0,1	0,390	0,117
3,81	0,15	0,140	0,140
5,08	0,2	0,731	0,163
7,62	0,3	1,117	0,208
10,16	0,4	1,640	0,299
12,7	0,5	2,140	0,390

Figura 16

Gráfica Esfuerzo vs Hincado a los 25 y 56 golpes

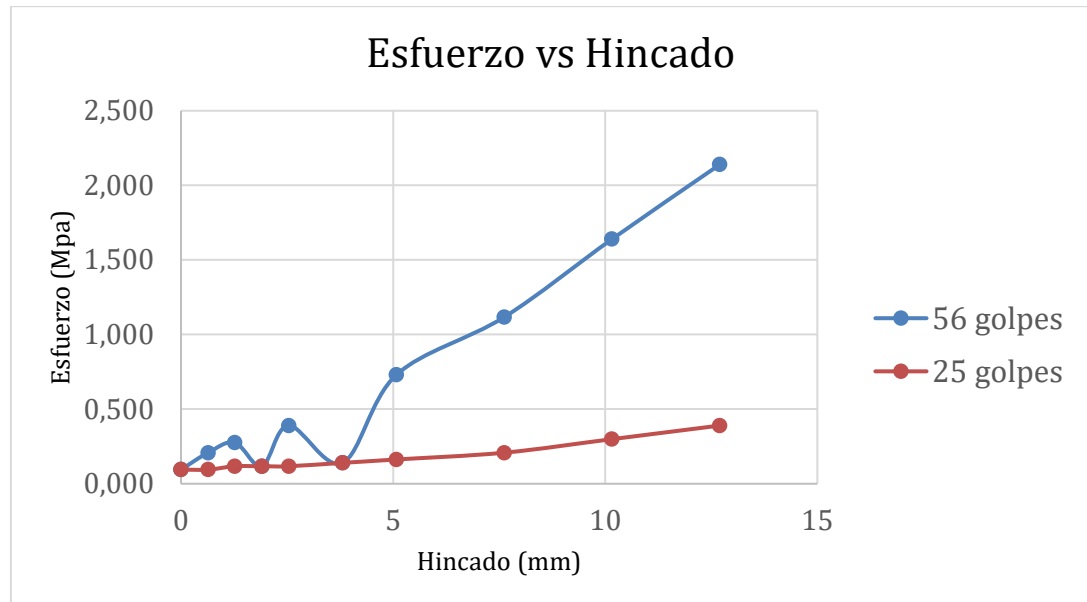
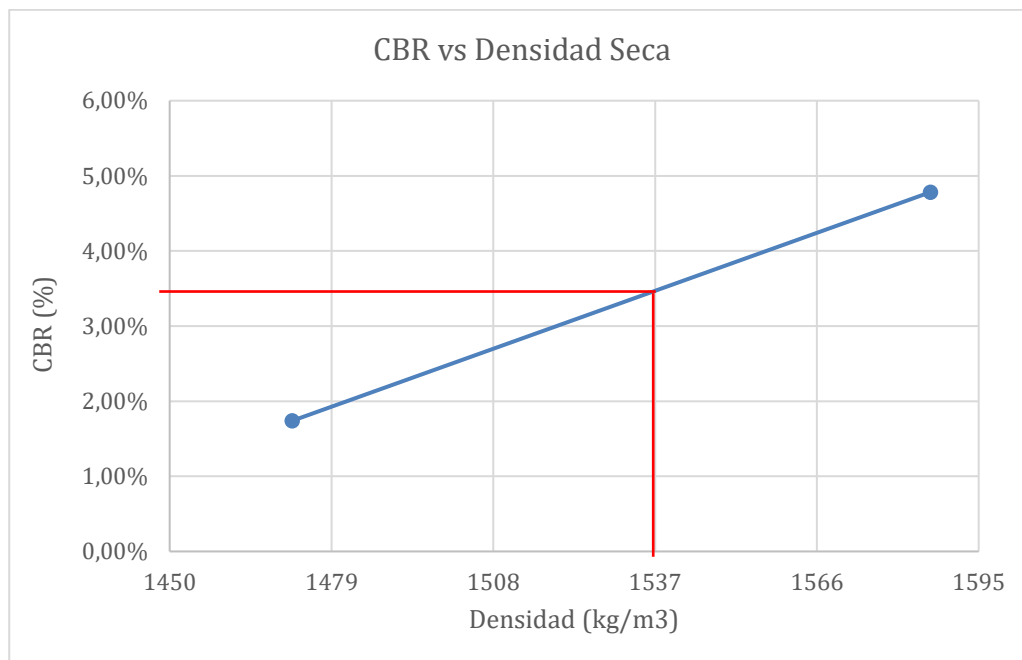


Figura 17

Gráfica de obtención del CBR de diseño

**Tabla 2.13**

CBR de diseño

<i>Del Proctor</i>	
<i>Densidad Seca Máxima</i>	<i>1618,86</i>
<i>95% Densidad Seca Máxima</i>	<i>1537,917</i>
<i>CBR de diseño %</i>	<i>3,6</i>

Se obtiene finalmente, a través del ensayo Proctor y CBR a los 25 y 56 golpes, un CBR de diseño de la subrasante de 3.6 %.

2.3.8 Ensayo de densidad de Campo - Método de Cono y Arena

Para este ensayo se tomaron tres muestras en sitio a los 500 m, 1000 m y 1500 m.

Se usó el instrumento del cono de arena que permite realizar una relación entre la densidad

de una arena ya conocida, para obtener la densidad del material de campo. Durante la práctica se excavaron 15 cm para rellenar con la arena conocida de 1573 kg/m³ de densidad y se usó una balanza para pesar en sitio cada muestra excavada para posteriormente llevar al laboratorio a secarlas en el horno y pesarlas nuevamente y obtener así el contenido de humedad. Los resultados obtenidos fueron:

Tabla 2.14
Determinación de la densidad húmeda de campo

Parámetros	Punto 1	Punto 2	Punto 3
Peso Unitario de la Arena (Kg/m ³)	1573	1573	1573
Masa de la arena empleada para llenar el cono (Kg)	1,86	1,86	1,86
Masa Inicial del equipo (Kg)	7,5	7,4	7,2
Masa del suelo Húmedo removido del pozo (Kg)	4	4,6	5,4
Masa final del equipo + arena (Kg)	2,3	1,8	0,9
Masa de arena en el pozo (Kg)=c-e-b	3,34	3,74	4,44
Volumen del pozo (m³) =f/a	0,002123	0,002378	0,002823
Densidad de campo (Kg/m³) =d/g	1883,83	1934,71	1913,11

Tabla 2.15*Determinación de la densidad seca de campo*

Parámetros	Punto 1	Punto 2	Punto 3
i. ID del Recipiente (g)	17	16	4
j. Masa del recipiente (g)	150,72	156,51	152,78
k. Masa del recipiente + muestra húmeda (g)	1638,12	1731,27	1967,43
l. Masa del recipiente + muestra seca (g)	1535,42	1674,45	1918,59
m. Masa de agua evaporada (g) = k-l	102,7	56,82	48,84
n. Masa de muestra seca (g) = l-j	1384,7	1517,94	1765,81
o. Contenido de humedad (%) = $(m/n) * 100$	7,42	3,74	2,77
p. Densidad de Campo Seca (Kg/m ³) = $h/((o+100) * 0,01)$	1753,98	1864,66	1861,3

Hallada la densidad seca para los tres puntos se realiza un promedio de las tres, dando un valor de 1826.65 Kg/m³. Con este valor se puede obtener el porcentaje de compactación relacionando la densidad seca de campo con la densidad seca obtenida en el laboratorio dando un porcentaje de 95%.

Posteriormente, por medio de la herramienta Civil 3D y los puntos georreferenciados, se generaron curvas de nivel de la zona, el plano topográfico de la zona y diagramas de cortes transversales a lo largo del camino. Dicha información será de importancia durante el proceso de trazo de la ruta definitiva de la vía propuesta.

2.4 Análisis de alternativas

El pavimento se define como una superestructura compuesta por capas superpuestas, diseñadas y construidas con materiales adecuados y compactados correctamente. Estas capas descansan sobre la subrasante de una vía formada durante la exploración mediante el movimiento de tierras, y deben resistir eficientemente las tensiones generadas por las cargas repetidas del tránsito vehicular durante su vida útil designada. (Alfonso Montejo, 2002)

Entre los tipos de pavimentos existentes según la distribución de las cargas de tránsito, están: los rígidos, flexibles y semirrígidos. Para el análisis de las alternativas se han propuesto los siguientes tipos de pavimentos y se los evaluará mediante un análisis tomando en cuenta sus características como; la calidad del material, costo, duración y cargas a soportar.

2.4.1 Alternativa 1: Pavimento Rígido

Esta alternativa es muy ventajosa, comenzando con la principal característica por la que se destaca, esta es la amplia distribución que proporciona frente a los esfuerzos a través de su rigidez atribuida por el concreto hidráulico que lo conforma, permitiendo un

mejor comportamiento en secciones débiles de la subrasante, otra de sus ventajas es la duración de vida útil, siendo esta entre los 20 y 30 años. Este material presenta nuevas tecnologías de resistencia y eficiencia al usarse con aditivos, sin embargo, también tiene desventajas como el costo de mantenimiento de la vía en sus juntas, tendencia a fisuras, instalación más compleja y límite de absorción en las áreas deformadas del terreno causando posibles riesgos de asentamiento irregular.

2.5.2 Alternativa 2: Pavimento Flexible

La alternativa del pavimento flexible se diferencia por su capacidad de adaptación frente a deformaciones del terreno, disminuyendo el riesgo por asentamientos irregulares. Su proceso de instalación es característico por su fácil y rápida colocación en obra lo que conlleva a una gran reducción de costos al iniciar una construcción. A diferencia del rígido, es menos susceptible a fisuras y juntas, por lo tanto, su mantenimiento a lo largo de su vida útil puede resultar más económico. No obstante, presenta desventajas como una durabilidad inferior, con una vida útil estimada en un rango entre 15 - 20 años y una distribución de esfuerzos menos uniforme debido a la flexibilidad del material.

2.5.3 Alternativa 3: Pavimento Articulado

Este tipo de pavimento tiene una alta capacidad de adaptación a movimientos y cargas por lo que resulta efectivo para resistir deformaciones en el suelo, evitando de esta forma las fisuras o baches en la vía, esto debido a que se maneja a través de un diseño modular de adoquines, el cual permite que el mantenimiento y las reparaciones en el

mismo sean más fáciles y rápidas de realizar, reduciendo los costos por inactividad en la carretera. Sin embargo, enfrenta desventajas como la generación de ruido durante el tránsito vehicular, altos costos de instalación, limitantes en la resistencia a cargas puntuales y disminución del rendimiento al mantenerse expuesto a cambios de clima.

2.5.4 Alternativa 4: Pavimento TSB – Triple Tratamiento Superficial Bituminoso

Destaca por su composición asfáltica que combina productos bituminosos y materiales pétreos, variando en capas para reducir la abrasión en neumáticos y prevenir deslizamientos. Su capa de rodadura ofrece alta adherencia y costos moderados. Aunque presenta la oportunidad de mejorar la resistencia mediante diferentes configuraciones de capas, exhibe debilidades como ahuellamientos y vida útil limitada debido a deformaciones. Las amenazas incluyen su susceptibilidad a variaciones de costos y restricciones.

Con el fin de seleccionar la propuesta óptima, se utilizará la Escala de Likert, una vez realizado el trabajo de campo.

Para este fin, se asignará una ponderación a los aspectos de: Costo, Mantenimiento, Tiempo de Ejecución, Impacto Ambiental y Durabilidad. Luego, se evaluará con un puntaje para cada aspecto en las 4 alternativas, concluyendo en una propuesta idónea, que sume el mayor puntaje global.

Tabla 2.16*Evaluación de propuestas. Escala de Likert*

<i> criterio</i>	<i> Peso</i>	<i> I. Pavimento rígido</i>	<i> II. Pavimento Flexible</i>	<i> III. Pavimento Articulado</i>	<i> IV. Pavimento TSB</i>
<i>Costo de proyecto</i>	30%	1	5	4	2
<i>Mantenimiento</i>	20%	4	3	1	1
<i>Tiempo de ejecución</i>	25%	2	5	3	3
<i>Impacto ambiental</i>	10%	4	3	3	2
<i>Durabilidad</i>	15%	4	3	2	2
<i>Total</i>		2.6	4.1	2.7	2.05

Resultando la opción del *pavimento flexible* como la mejor alternativa.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑOS Y ESPECIFICACIONES

3.1 Diseños

3.1.1 Velocidad de Diseño

La velocidad de diseño desempeña un papel fundamental al planificar una carretera, ya que define las propiedades geométricas y operativas de la vía. Esta velocidad impacta en elementos como la pendiente, curvatura y otros factores relevantes para la seguridad y eficacia del tráfico. Un diseño alineado con la velocidad anticipada asegura una conducción segura y fluida, reduciendo riesgos y optimizando la capacidad de la carretera.

La velocidad de diseño se seleccionó usando la normativa de diseño geométrico de carreteras, seleccionando la velocidad absoluta para una carretera tipo III con un terreno llano; dando esta velocidad $V_d = 80$ km/h.

Tabla 3.1
Velocidades de diseño

<i>Clase</i>	<i>Recomendada</i>			<i>Absoluta</i>		
	<i>Llano</i>	<i>Ondulado</i>	<i>Montañoso</i>	<i>Llano</i>	<i>Ondulado</i>	<i>Montañoso</i>
<i>I</i>	110	100	80	100	80	60
<i>II</i>	100	90	70	90	80	50
<i>III</i>	90	80	60	80	60	40
<i>IV</i>	80	60	50	60	35	25
<i>V</i>	60	50	40	50	35	25

Nota: Norma de Diseño geométrico de carreteras, 2023

3.1.2 Diseño Horizontal de la vía

Radio mínimo de curvatura

El radio mínimo de curvatura en el diseño de una vía desempeña el papel de definir la capacidad de la carretera para posibilitar giros seguros y suaves. Un radio de curvatura apropiado evita la necesidad de giros abruptos, mejorando así la seguridad vial y facilitando el flujo del tráfico. Asimismo, contribuye a una experiencia de conducción más agradable al disminuir la necesidad de maniobras bruscas, especialmente en curvas. En resumen, el radio mínimo de curvatura resulta esencial para optimizar tanto la seguridad como la eficiencia de la vía. El radio mínimo de curvatura absoluto a emplear en este diseño considerando que es un terreno llano de carretera tipo III con un TPDA entre 300 y 100, se seleccionó a través de la Norma de Diseño geométrico para carreteras y es de 210 m y el radio de curvatura recomendable es de 275 m.

Elementos de una Curva Horizontal

Partiendo de las características de terreno de la zona, se partió trazando el eje preliminar de la vía, para este punto existieron dos limitantes ya que para el diseño el pie de talud de la carretera no podía ingresar al canal que se encuentra a los costados de la vía; a la vez que se intentó reducir la extensión del ancho para minimizar el impacto en las viviendas cercanas. Trabajando con estas limitantes se trazó finalmente un eje definitivo con 13 PI (Puntos de Intersección).

Para cada PI se obtuvo los elementos de la curva; estos son:

α (°): Ángulo de deflexión

R: Radio

PC: Punto de Principio de curva

PT: Punto de Terminación de la curva

T: Longitud tangente

LC: Longitud de curva

E: External

Tomando en cuenta el primer PI 1 para iniciar el cálculo de los elementos de la curva con un ángulo de deflexión de: 17° , se calcula:

Con un:

R: 210 m

Se procede a obtener el valor de la longitud de la tangente con la siguiente fórmula:

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (3.1)$$

$$T = 210 * \tan\left(\frac{17^\circ}{2}\right)$$

$$T = 32.30m$$

Con este valor de la tangente se puede establecer el principio de la curva PC:

$$PC = PI - T \quad (3.2)$$

$$PC = 0 + 0.14$$

Cálculo del external:

$$E = R * \text{Sec}\left(\frac{\alpha}{2}\right) - 1 \quad (3.3)$$

$$E = 210 * \text{Sec}\left(\frac{17^\circ}{2}\right) - 1$$

$$E = 2.47 m$$

Cálculo de la cuerda Larga:

$$CL = 2 * R * \text{Sen}\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (3.4)$$

$$CL = 2 * 210 * \text{Sen}\left(\frac{17^\circ}{2}\right)$$

$$CL = 63.86 \text{ m}$$

Cálculo de la longitud de curva:

$$Lc = R * \alpha \quad (3.5)$$

$$Lc = 210 * 17^\circ$$

$$Lc = 64.10 \text{ m}$$

Con la longitud de la curva se halla finalmente el punto de término de la curva PT:

$$PT = PC + Lc \quad (3.6)$$

$$PT = 0 + 0.14 + 64.14$$

$$PT = 0 + 078$$

Hallados estos datos se procede a realizar la libreta de PI para el diseño horizontal de la vía, para la cual, se incluyen los siguientes parámetros:

Razón de cambio del ángulo de deflexión

$$\Delta\alpha = \frac{\alpha}{2} / Lc \quad (3.7)$$

$$\Delta\alpha = \frac{17^\circ}{2} / 64.10$$

$$\Delta\alpha = 0.14$$

Tabla 3.2*Libreta de Replanteo de curva horizontal para el PI 1*

Libreta De Replanteo De Curva Horizontal Simple						
Obra	Carretera Perimetral en el Cantón Naranjito 2.8 Km			Fecha:	Dic-23	
Ubicación	Cantón Naranjito			Hoja	1/11	
Abscisa	Distancia		∠ de Replanteo			
	Parcial	Acumulado	Parcial		Acumulado	
Pc1 = 0+014 ²⁶		0				0
	5.74		0	46	59	
0+020		5.74				0
	20		2	43	43	
0+040		25.74				3
	20		2	43	43	
0+060		45.74				6
	18.36		2	30	17	
Pt1		64.10				8
			8	44	42	

Tabla 3.3*Elementos de la Curva en cada Punto de Intersección*

PI	R(m)	T(m)	E (m)	CL (m)	Lc (m)
1	210	32,30	2,33	62,08	62,31
2	275	0	0	0	0
3	275	8,09	0,12	16,17	16,16
4	275	11,93	0,26	23,85	23,85
5	275	5,26	0,05	10,51	10,51
6	210	15,46	0,57	30,83	30,86
7	42	11,58	1,57	22,23	22,61
8	42	8,35	0,82	16,39	16,50
9	275	7,68	0,11	15,36	15,35
10	275	9,80	0,17	19,58	19,57
11	210	32,60	2,52	64,44	64,67
12	42	19,29	4,22	35,06	36,17
13	42	30,65	9,99	49,52	52,95

La libreta de replanteo para los PI faltantes se adjunta en la sección de Anexos en conjunto con los elementos de la curva hallados previamente para formar la libreta.

Distancia de Visibilidad de Parada

Esta distancia es conformada por dos distancias $d1$ y $d2$; siendo la primera la distancia a la que el conductor de un vehículo percibe un objeto en medio de la vía y $d2$ la distancia a la que el conductor aplica el freno para detener el vehículo como medio de reacción. Es decir que esta distancia es la medida óptima y segura a la que un conductor debe frenar el vehículo frente a un impedimento en la vía; sea este un bache, un objeto, material de suelo, etc.

La obtención de estas distancias se da a través de las fórmulas:

$$d1 = 0.7 * Vc \quad (3.8)$$

Siendo Vc la velocidad de circulación en km/h

Para la siguiente distancia $d2$, se usa:

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 * F} \quad (3.9)$$

Siendo Vc la velocidad de circulación al momento de frenar y F el coeficiente de fricción longitudinal

Estas distancias de visibilidad son también dispuestas por la MOP en base a las fórmulas antes mencionadas, tanto para gradientes de 0%, como para gradientes diferentes al 0%.

Tabla 3.4

Distancias de visibilidad para Gradiente %

<i>Velocidad de diseño</i>	<i>Velocidad de circulación</i>	<i>Percepción + Reacción para frenaje</i>	<i>Coeficiente de fricción longitudinal "i"</i>	<i>Distancia de frenaje "d2" gradiente cero (m)</i>	<i>Distancia de visibilidad para parada (d+d1+d2)</i>		
					<i>Tiempo (s)</i>	<i>Distancia recorrida "d" (m)</i>	<i>Calculada (m)</i>
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.5	19.44	0.42	7.029	26.74	30
35	33	2.5	22.92	0.40	10.64	33.56	35
40	37	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.5	29.17	0.37	18.53	47.70	50
50	46	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	55	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	63	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90
80	71	2.5	49.31	0.32	62	111.30	110
90	79	2.5	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	86	2.5	59.72	0.30	96.34	156.06	160
110	92	2.5	63.89	0.30	112.51	176.40	180
120	100	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

Nota: De Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003

3.1.3 Diseño Vertical de la Vía

Curvas verticales

Este componente facilita la conexión entre dos tangentes sucesivas en el diseño vertical, asegurando que el cambio de pendiente sea gradual y no cause inconvenientes en

la circulación vehicular. Se distinguen dos situaciones: las curvas verticales cóncavas y las convexas

Para estimar la medición de estas curvas se utiliza las siguientes ecuaciones:

Para curvas cóncavas:

$$L = \frac{AS^2}{122 + 3.5 * S} \quad (3.10)$$

Para curvas convexas:

$$L = \frac{AS^2}{426} \quad (3.11)$$

Siendo;

A: diferencia entre los gradientes

S: distancia de frenado

➤ Trabajando con el primer PIV de diseño, siendo una curva convexa:

$$m1 = 0.5\%$$

$$m2 = -0.5\%$$

$$A = m1 - m2 \quad (3.12)$$

$$A = 0.5 - (-0.5) = 1$$

Para una distancia de visibilidad de parada de S=140

$$L = \frac{(1 * 140^2)}{426} \quad (3.13)$$

$$L = 46.01 \text{ m}$$

En donde, la razón de cambio de las cotas:

$$\Delta y = \frac{A}{200 * L} \quad (3.14)$$

$$\Delta y = \frac{A}{200 * L}$$

$$\Delta y = \frac{1}{200 * 46.01}$$

$$\Delta y = 0.0001086$$

Para hallar las cotas a lo largo del avance de la curva, es decir las cotas sobre la tangente; se usarán las siguientes ecuaciones:

$$\text{Abscisa PC} = 0 + 090$$

$$\text{Cota sobre la tangente} = 44.53$$

$$\text{Abscisa 2} = 0 + 100$$

$$\text{Cota sobre la tangente 2} = 44.58$$

$$\Delta \text{ Abscisas} = 0 + 100 - 0 + 090$$

$$\Delta \text{ Abscisas} = 10$$

Obtención de la cota de la curva:

$$Y = \frac{A * X^2}{200 * L} \quad (3.15)$$

$$Y = \frac{(1 * (120 - 140))}{200 * 46.01}$$

$$Y = 0.040$$

Finalmente, la cota de curva es:

$$\text{Cota de curva} = \text{Cota sobre tangente 2} - Y \quad (3.16)$$

$$\text{Cota de curva} = 44.58 - 0.040$$

$$\text{Cota de Curva} = 44.54$$

A continuación, se adjunta la libreta de replanteo de curvas para el primer PIV, para los puntos posteriores se adjuntará las libretas en la sección de Anexos.

Tabla 3.5 Libreta de replanteo de curvas del PII para el diseño vertical

<i>Cálculo de Curva Vertical</i>					
<i>Curva Convexa N°</i>		2	<i>Pi</i>	115	
<i>Cota</i>		44,65	<i>Hoja:</i>		1/1
90	<i>Abscisa (m)</i>	<i>m (%)</i>	<i>Cota sobre tangente (m)</i>	<i>y (m)</i>	<i>Cota sobre la curva (m)</i>
100	$P_{cv2} = 0 + 090$	0,5	44,53	0,000	44,53
115	$0 + 100$	0,5	44,58	0,010	44,57
120	$0 + 115$	0,5	44,65	0,063	44,59
140	$0 + 120$	-0,5	44,63	0,040	44,59
$P_{tv2} = 0 + 140$		-0,5	44,53	0,000	44,53

<i>Piv</i>	2	115	<i>m</i>
<i>Cota PI</i>		44,65	<i>m</i>
<i>m1 (+/-)</i>		0,5	%
<i>m2 (+/-)</i>		-0,5	%
<i>Vd</i>		80	<i>km/h</i>
<i>f</i>		0,32	
<i>A</i>		1	
<i>S1</i>		135,99	<i>m</i>
<i>S2</i>		133,53	<i>m</i>
<i>S</i>		135,99	<i>m</i>
<i>S escogido</i>		140	<i>m</i>
<i>Curva</i>	<i>Convexa</i>		
<i>Lcv</i>		46,01	<i>m</i>
<i>Lcv escogido</i>		50	<i>m</i>
<i>Abs Pcv</i>		90	<i>m</i>
<i>Cota Pcv</i>		44,53	<i>m</i>
<i>Abs Ptv</i>		140	<i>m</i>
<i>Cota Ptv</i>		44,525	<i>m</i>

Calzada

La calzada de una carretera constituye la sección de la vía designada para el tránsito de vehículos, comprendiendo carriles de circulación, arcenes y, en ocasiones, características como medianas y bermas.

Para la selección del ancho de la calzada se tomó como referencia los valores de la Norma de diseño geométrico para carreteras, en donde categorizando la carretera del proyecto en la sección de cálculo del TPDA, como una carretera de tipo III, se seleccionó el ancho recomendable de 6.7 m, de donde saldrán dos carriles en sentido contrario, cada carril de 3.35 m.

Tabla 3.6 *Anchos recomendables y Absolutos para Calzadas*

<i>Tipo de carretera</i>	<i>Recomendable</i>	<i>Absoluto</i>
<i>Clase I</i>	7,3	7,3
<i>Clase II</i>	7	6,7
<i>Clase III</i>	6,7	6
<i>Clase IV</i>	6	6
<i>Clase V</i>	4	4

Nota: Norma de Diseño geométrico de carreteras, 2003

Espaldones

Para establecer el ancho de los espaldones, se usó la normativa de diseño geométrico para carreteras, en la cual establece valores para pavimentos de capa asfáltica o DTSB; para el diseño de este proyecto se seleccionó un ancho de 0.5 m en cada lado, tomando en cuenta que es una carretera tipo III, y un diseño de pavimento de capa asfáltica de 4”.

Tabla 3.7 Ancho de espaldones para diseño de carretera

<i>Tipo de carretera</i>	<i>Carpeta Asfáltica y Hormigón</i>	<i>Ancho de espaldones</i>
<i>Clase I</i>	<i>Carpeta Asfáltica y Hormigón</i>	<i>1,5 - 3</i>
<i>Clase II</i>	<i>Carpeta Asfáltica</i>	<i>1,5 - 3</i>
<i>Clase III</i>	<i>Carpeta Asfáltica o DTSB</i>	<i>0,5 - 2</i>
<i>Clase IV</i>	<i>DTSB, Capa Granular o Empedrado</i>	<i>0.60, 2.5, 4</i>
<i>Clase V</i>	<i>Capa Granular o Empedrado</i>	<i>4</i>

Nota: Norma de Diseño geométrico de carreteras, 2003

Taludes

Los taludes tienen como función darle estabilidad al terreno, mantener un control del agua que cae sobre el pavimento, y dar espacio en la estructura vial, para el diseño de este proyecto se encontraron dos limitantes, la primera fueron los canales aledaños a la vía y la segunda las casas cercanas a la vía que se encuentran en terrenos de invasión; por esta razón el talud se estableció en una relación de 2H:1V, con la finalidad de que la pata del talud no quede dentro de los canales, debido a que esta limitante podría causar futuros problemas en la vía y en el pavimento por la falta de estabilidad.

3.1.4 Diseño de Pavimento Flexible

Tránsito Equivalente

Para iniciar el diseño se necesita primero calcular el número de ESSAL en base al TPDA, para esto:

$$ESAL = TPDA * Fc * Fd * Fp * Fvp * 365 \quad (3.17)$$

Factor camión para el vehículo C3

Tabla 3.8 Cálculo del factor camión para cada eje del vehículo

<i>Tipo de Eje</i>	<i>EE</i>
<i>Eje Simple de ruedas Simples (EES1)</i>	$EES1 = [P/6,6]^{4,1}$
<i>Eje Simple de ruedas dobles (EES2)</i>	$EES2 = [P/8,2]^{4,1}$
<i>Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje ruedas simples (EETA1))</i>	$EETA1 = [P/13]^{4,1}$
<i>Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles (EETA2))</i>	$EETA2 = [P/13,3]^{4,1}$
<i>Eje Trídem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)</i>	$EETR1 = [P/16,6]^{4,1}$
<i>Eje Trídem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)</i>	$EETR2 = [P/17,5]^{4,1}$

Nota: De Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003

$$EE_{EES1} = \left[\frac{P}{6.6} \right]^{4.1} \quad (3.18)$$

$$EE_{EES1} = \left[\frac{7}{6.6} \right]^{4.1} = 1.273$$

$$EE_{EETA2} = \left[\frac{P}{13.3} \right]^{4.1} \quad (3.19)$$

$$EE_{eje\ tandem} = \left[\frac{18}{13.3} \right]^{4.1} = 3.458$$

$$Fvp = 1.273 + 3.458 = 4.73$$

Factor Carril y Factor dirección:

Tabla 3.9 Selección del factor direccional y factor carril

<i>Número de calzadas</i>	<i>Número de sentidos</i>	<i>Número de carriles por sentido</i>	<i>Factor direccional (Fd)</i>	<i>Factor carril (Fc)</i>
<i>1 calzada</i>	<i>1 sentido</i>	<i>1</i>	<i>1</i>	<i>1</i>
	<i>1 sentido</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>0,8</i>
	<i>1 sentido</i>	<i>3</i>	<i>1</i>	<i>0,6</i>
	<i>1 sentido</i>	<i>4</i>	<i>1</i>	<i>0,5</i>
	<i>2 sentido</i>	<i>1</i>	<i>0,5</i>	<i>1</i>
	<i>2 sentido</i>	<i>2</i>	<i>0,5</i>	<i>0,8</i>
<i>2 calzadas con separador central</i>	<i>2 sentido</i>	<i>1</i>	<i>0,5</i>	<i>1</i>
	<i>2 sentido</i>	<i>2</i>	<i>0,5</i>	<i>0,8</i>
	<i>2 sentido</i>	<i>3</i>	<i>0,5</i>	<i>0,6</i>
	<i>2 sentido</i>	<i>4</i>	<i>0,5</i>	<i>0,5</i>

Nota: De Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003

Para una calzada de dos sentidos y un carril por sentido se tiene un $Fc = 0.5$, un Factor dirección $Fd = 1$, y un $Fp = 1$.

Reemplazando en la fórmula del ESAL se obtiene:

$$ESAL: 847837.24$$

Nivel de Confiabilidad [%R]

Para la elección de este parámetro, se usó los valores recomendados para el diseño de una carretera dados por la AASHTO 93, presentados en la siguiente tabla:

Tabla 3.10 Nivel de Confiabilidad para una carretera

<i>Tipo de Vía</i>	<i>NIVELES</i>	
	<i>Urbana</i>	<i>Rural</i>
<i>Carreteras interestatales y autopistas</i>	85 - 99,9	80 - 99,9
<i>Arterias Principales</i>	80 - 99	75 - 95
<i>Vías colectoras</i>	80 - 95	75 - 95
<i>Vías locales</i>	50 - 80	50 - 80

Nota: De Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003

Según el TPDA hallado en los apartados anteriores y en base a las características de la carretera a diseñar, siendo esta una carretera ubicada en una zona rural; se seleccionó un nivel de confiabilidad R: 85%, el cual a su vez corresponde a una desviación estándar normal Zr: -1,037.

Desviación estándar [So]

Este parámetro nos permite tomar en cuenta las variaciones con respecto a propiedades de los materiales, tránsito y medio ambiental; es seleccionado mediante la siguiente tabla:

Tabla 3.11 Tabla de desviación estándar para diseño de pavimento

<i>Proyecto de Pavimento</i>	<i>So</i>	
	<i>Flexible</i>	<i>Rígido</i>
	0,40 - 0,50	0,30 - 0,40
<i>Construcción Nueva</i>	0,45	0,35
<i>Sobrecapas</i>	0,5	0,4

Nota: De Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003

Al ser una construcción nueva y al tratarse de un pavimento flexible, el S_o seleccionado es de 0.45

Niveles de Serviciabilidad [Po, Pt]

Este valor demostrará el nivel de servicio de la carretera con respecto al usuario, la serviciabilidad inicial P_o , que es el índice al momento de que se construye el pavimento y la serviciabilidad final P_t , que es aquella en la cual el pavimento llega a su límite máximo en el que el usuario puede transitar con comodidad y seguridad.

Para la selección de estos valores se tomó en cuenta la normativa AASHTO 93, en la cual indica que para una carretera de pavimento flexible; el índice de inicial P_o se considera como 4 y el índice de serviciabilidad final P_t como 2.

Módulo Resiliente [MR]

Seleccionados los parámetros anteriores, se procede a calcular los números estructurales SN para cada una de las capas del pavimento, partiendo del módulo de resiliencia de la subrasante que se lo puede obtener mediante la relación de la AASHTO 93 cuando el CBR es menor al 12%, al ser en este caso 3.6% se usa:

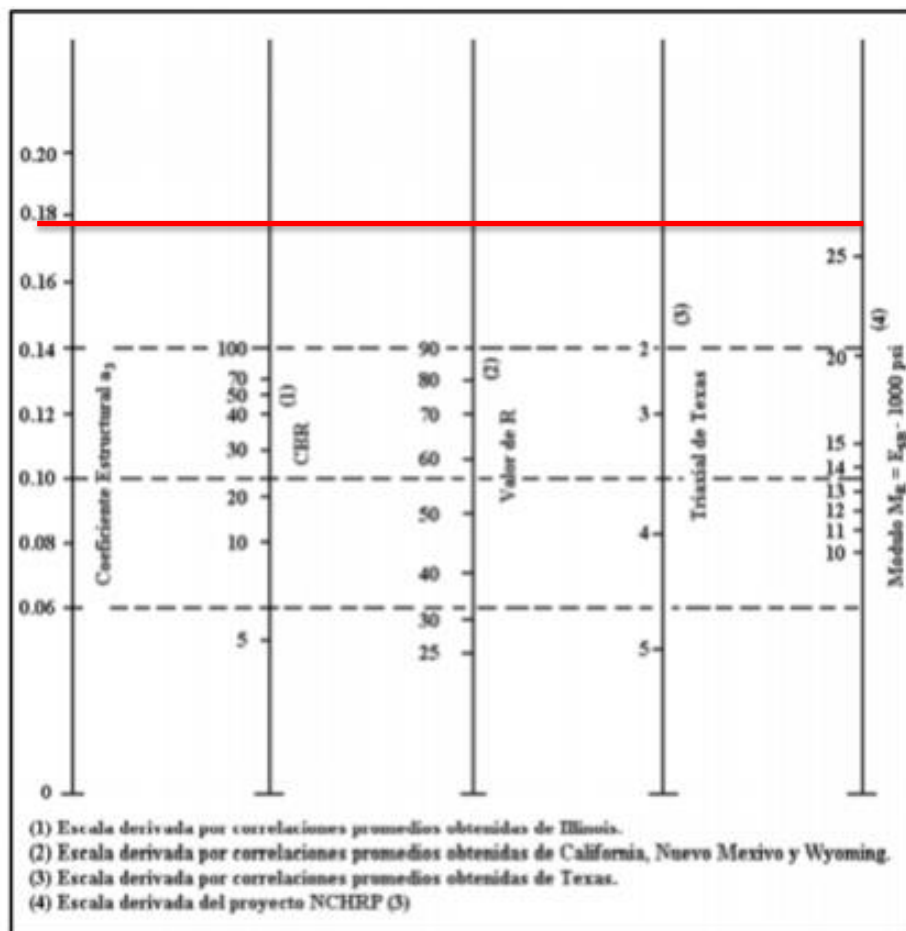
$$MR = 1500 * CBR \quad (3.20)$$

$$MR = 1500 * 3.6 = 5400 \text{ psi}$$

Con este módulo se puede obtener el módulo resiliente y coeficientes estructurales para las capas faltantes de la base y subbase utilizando los siguientes ábacos para el diseño de pavimento estructural según la AASHTO 93. Tomando como CBR los valores según la normativa AASHTO 93 mencionada, para la base granular catalogada como tipo A, en donde se establece que el CBR sea por lo menos del 95% y para la subbase un porcentaje de al menos el 40%.

Figura 18

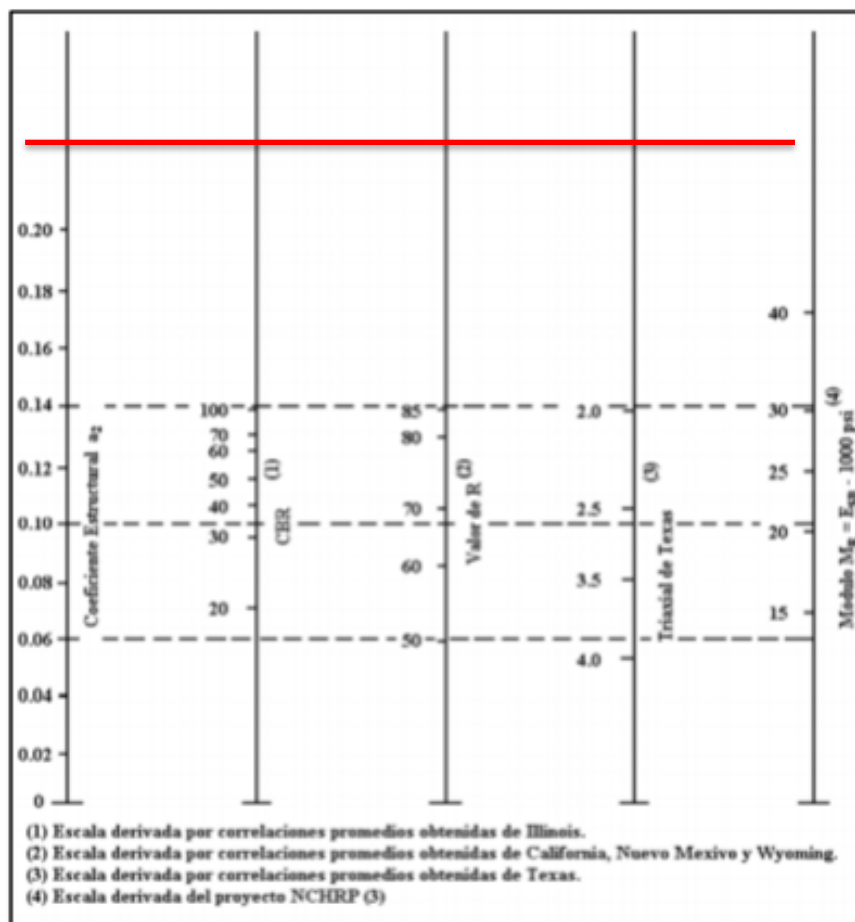
Selección del Módulo Resiliente y coeficiente estructural de la Base



Con el CBR de 40% resulta un módulo resiliente de 17000 psi y un coeficiente estructural a: 0.12.

Figura 19

Selección del Módulo Resiliente y coeficiente estructural de la subbase



Para la subbase se realiza el mismo proceso con un CBR de 95%, dando como resultado un módulo resiliente de 30000 psi y un coeficiente estructural a: 0.138.

Finalmente, para la capa asfáltica, tomando en consideración una frecuencia de 6Hz, una temperatura de servicio de la mezcla asfáltica de 35 °C, se obtiene un módulo resiliente para el asfalto de MR: 582617 psi y un coeficiente estructural de 0.488

$$a_{asfalto} = 0.184 * \ln(MR) - 1.9547 \quad (3.21)$$

$$a_{asfalto}: 0.184 * \ln(582617) - 1.9547 = 0.488$$

Tabla 3.12 Modulo resiliente y coeficiente estructural por capa

Capa del Pavimento	Módulo Resiliente (psi)	Coficiente estructural
Asfalto	582617	0.488
Base	17000	0.12
Sub-Base	30000	0.138
Subrasante	5400	

Espesores del pavimento en base al número estructural SN

Con estos valores se puede obtener el número estructural y el espesor de cada capa de pavimento, esto se lo realizó usando un software que calcula el SN con la ecuación de la AASHTOO 93:

Sub-Base

Figura 20

Cálculo del número estructural de la Sub-Base

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % Zr=-1.037 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 5400 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (C_d)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 847837,24**
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 3,56

Calcular Salir

Nota. La figura fue obtenida del Software AASHTO 93

Base

Figura 21

Cálculo del número estructural de la Base

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 85 % Zr=-1.037 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final
 PSI inicial 4 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 17000 psi

Información adicional para pavimentos rígidos
 Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (C_d)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 847837,24**
 Calcular W18

Número Estructural
SN = 2,35

Calcular Salir

Nota. La figura fue obtenida del Software AASHTO 93

Capa de Rodadura

Figura 22

Cálculo del número estructural de la capa de rodadura

Nota. La figura fue obtenida del Software AASHTO 93

Cálculo de número estructural y espesores

Capa de Rodadura:

$$H1 = \frac{SN1}{a1} \quad (3.22)$$

$$H1 = \frac{1.89}{0.488} = 3.87 \approx 4 \text{ in}$$

$$SN1_{efectivo} = H1 * a1 \quad (3.23)$$

$$SN1_{efectivo} = 4 * 0.488 = 1.952$$

Base:

$$H2 = \frac{SN2 - SN1_{efectivo}}{a2 * m2} \quad (3.24)$$

$$H2 = \frac{2.35 - 1.952}{0.138 * 0.8} = 3.61 \approx 5 \text{ in}$$

$$SN2_{efectivo} = H2 * a2 * m2 + SN1_{efectivo} \quad (3.25)$$

$$SN2_{efectivo} = 5 * 0.138 * 0.8 + 1.952 = 2.504$$

Sub-Base:

$$H3 = \frac{SN3 - SN2_{efectivo}}{a3 * m3} \quad (3.26)$$

$$H3 = \frac{3.56 - 2.504}{0.12 * 0.8} = 11 \text{ in}$$

$$SN2_{efectivo} = H3 * a3 * m3 + SN1_{efectivo} + SN2_{efectivo} \quad (3.27)$$

$$SN2_{efectivo} = 11 * 0.12 * 0.8 + 1.952 + 2.504 = 5.512$$

Con estos valores calculados se puede comparar el número estructural efectivo final con el número estructural requerido, teniendo este que cumplir con:

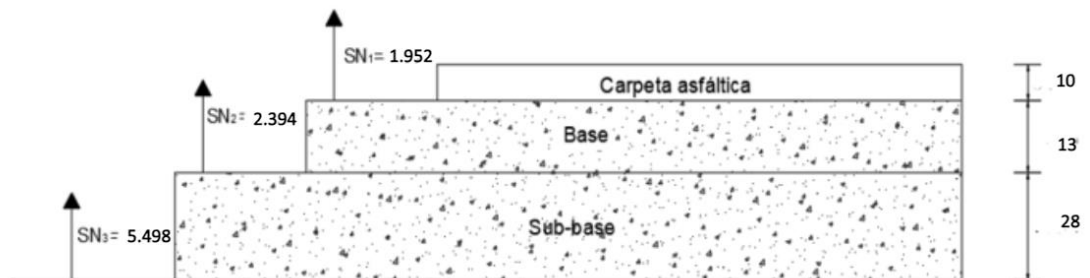
$$SN_{efectivo} \geq SN_{requerido} \quad (3.28)$$

$$5.512 \geq 3.56 \text{ OK}$$

Finalmente se puede observar el SN y el espesor por capa hallados para el diseño del pavimento asfáltico que tendrá la carretera antes mencionada de orden III:

Figura 23

Número estructural y espesores del pavimento de diseño

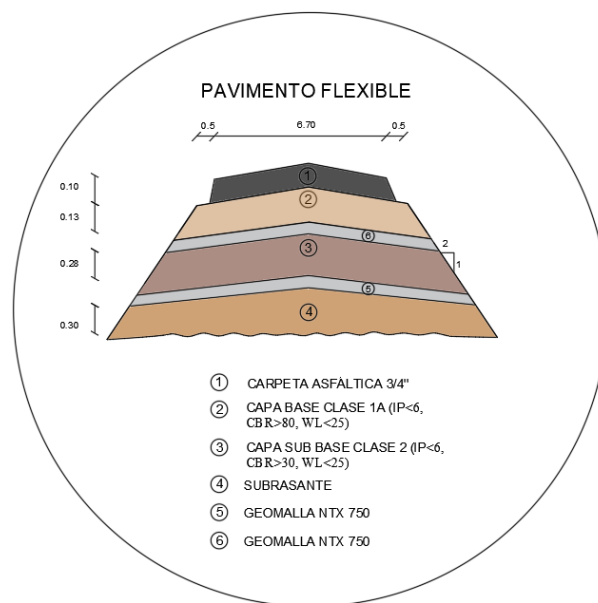


Sin embargo, al tener una capa de la sub rasante para mejoramiento de poco espesor, es decir 28 cm con respecto al material hallado en el terreno en donde se construirá la carretera se notó que para estabilizar la sección del pavimento es necesario el uso de una Geomalla; para saber el lugar de la colocación de geomallas y hallar el tipo a usar, se usó el software Tensar +; Resultando la siguiente sección en donde se observa la colocación

de geomallas entre las capas de la subrasante y la subbase y entre las capas de la base y subbase. Las geomallas para usar son las NX750.

Figura 24

Subrasante y Capas del Pavimento de diseño



3.1.5 Señalización Vial

La señalización permite cumplir con uno de los objetivos de este proyecto que es el de brindar seguridad y confort a los usuarios del cantón, por lo tanto, es necesaria la implementación de estas.

Las señales de tránsito se emplean para facilitar la circulación segura y ordenada de peatones y vehículos. Estas dan instrucciones que deben seguir los usuarios o conductores de las vías, los mantienen en alerta sobre posibles peligros no siempre visibles, y proporcionan información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. Estas señales utilizan la combinación de un mensaje, una forma y un color, pudiendo el

mensaje ser una leyenda, un símbolo o una combinación de ambos. (RTE INEN 004-1, 2011)

3.1.5.1 Señalización Horizontal

La señalización horizontal colocada en el pavimento, en este caso flexible, es usada para mantener un control de tráfico, advertir y guiar a los usuarios que transiten por medio de la carretera, garantizando seguridad y confort al momento de transitar. En la mayoría de los casos sirven para dar instrucciones a los conductores, ya sea solas o en conjunto con otros dispositivos de señalización.

Este tipo de señalización se clasifican según su forma; estas pueden ser: líneas longitudinales, líneas transversales o símbolos y leyendas.

a. Líneas longitudinales

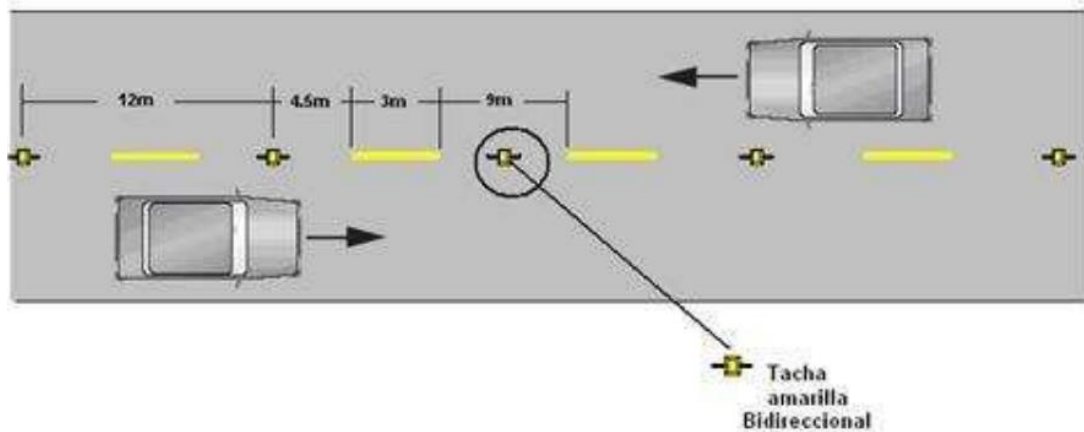
Se utilizan para identificar carriles y vías, señalar áreas donde está permitido o no adelantar, indicar zonas sin estacionamiento y designar carriles exclusivos para ciertos tipos de vehículos; estas líneas pueden ser segmentadas, continuas o en zigzag. Sus colores pueden ser: amarillo indicando que hay separación de tránsito en direcciones contrarias, borde de parterre o limitaciones; color blanco indicando tránsito en una misma dirección, bermas, estacionamientos o cruces de líneas cebras; y color azul para indicar zonas en las que el estacionamiento tiene un costo por tarifa.

- *Líneas segmentadas de circulación opuesta*

Para el uso de estas líneas es recomendable que para velocidades menores o iguales a los 50 km/h el ancho de la línea sea de 100 mm y para velocidades mayores a 50 km/h un ancho de 150 mm; en ambas situaciones siguiendo un patrón de 12 m y a su vez manteniendo una relación entre la señalización y la brecha de 3m de pintura y 9 m de separación entre líneas, como se aprecia en la siguiente imagen.

Figura 25

Recomendaciones para líneas segmentadas de circulación opuesta



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 11

b. Líneas transversales

Las líneas transversales se emplean en intersecciones para indicar el punto donde los vehículos deben detenerse, ceder el paso o reducir la velocidad según sea necesario.

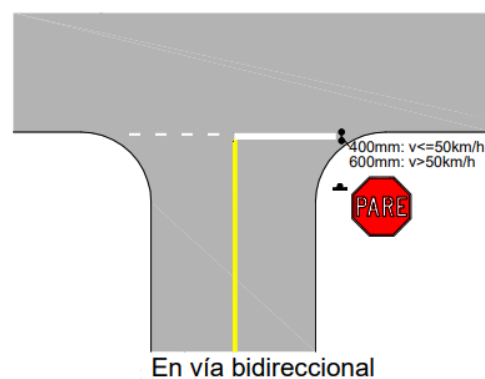
También se utilizan para marcar sendas destinadas al cruce de peatones o ciclistas. (RTE INEN 004-1, 2011)

- *Línea de pare en intersección con señal vertical de pare*

Esta línea es colocada sobre la calzada indicándole a los vehículos que deben detenerse, estas deben ser pintadas de color blanco con un ancho de 400 mm en carreteras con velocidades ≤ 50 km/h y de 600 mm de ancho para > 50 km/h.

Figura 26

Línea de pare en intersección para una vía bidireccional



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 28

c. Leyendas y Símbolos

Se utilizan para orientar y prevenir al usuario, así como para controlar el tráfico. Este tipo de señalización incluye flechas, triángulos de ceda el paso y letreros como PARE,

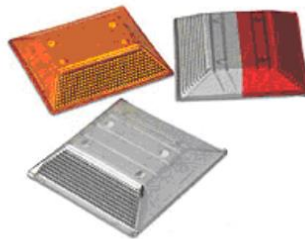
BUS, CARRIL EXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA DE BUS, entre otros.
(RTE INEN Señalización Vial parte 2, 2011)

d. Señalización Complementaria, Demarcadores o Tachas

Para esta señalización hay que tomar las consideraciones de longitud de la tacha; el lado de mayor longitud debe ser de $100 \text{ mm} \pm 5 \text{ mm}$ y en cuanto a su altura debe tener 17.5 mm con $\pm 2.5 \text{ mm}$, esto cumpliendo con que entre sus lados no puede formarse un ángulo $> 60^\circ$.

Figura 27

Demarcadores o tachas viales



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 7

3.1.5.2 Señalización Vertical

Este tipo de señales tienen como función alertar al usuario a través de símbolos y leyendas, sobre posibles riesgos y proporciona información acerca de direcciones o destino.

Se clasifican según su función, estas son: Señales regulatorias de código R, Señales Preventivas de código P, Señales de Información de código I, Señales Especiales

Delineadoras de código D y Señales para trabajos en la vía de código T. Las señales que se pueden implementar en la carretera a diseñar según su función son:

Señales regulatorias de código R

Límite máximo de velocidad (R4-1)

La señalización del límite máximo de velocidad nos indica las restricciones que tendrá la vía a lo largo de un trayecto en específico. Para instalar este tipo de señalización es necesario un estudio previo en el que se incluyan factores como tipo de vehículo, características del terreno, accidentes previos, entre otros. Por lo general esta información clasifica la velocidad para los diferentes tipos de vehículos, sean estos livianos, pesados o autobuses, creando una segmentación en donde la velocidad para los mismos debe ser expresada en múltiplos de 10 con la finalidad de mostrar precisión de normativa.

Figura 28

Señalización de límite máximo de velocidad



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 37

Reduzca la velocidad (R4-4)

Esta señalización debe estar ubicada en tramos donde la velocidad sea elevada y se acerque una intersección, indicándole al conductor que debe detenerse. Es esencial que esta señalética se complemente con un cartel preventivo que explique la razón detrás de la reducción de velocidad. Además, es importante destacar que esta señal no sustituye a otras indicaciones preventivas y no constituye una solución integral para los problemas asociados con la velocidad excesiva. Su instalación óptima se sitúa en una distancia comprendida entre 60 y 120 m, antes de la señalización preventiva correspondiente, asegurando así la visibilidad adecuada de ambas señales y, por ende, optimizando su efectividad en la comunicación de la necesidad de detención del vehículo.

Figura 29

Señalización de reducción de velocidad R4-4



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 106.

Señal de cinturón de seguridad (R7-5)

La señal mencionada debe colocarse en lugares como estacionamientos públicos y zonas de recreación. Su propósito es recordar a los usuarios la importancia de usar el cinturón de seguridad.

Figura 30

Señalización de uso del cinturón de seguridad



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 48

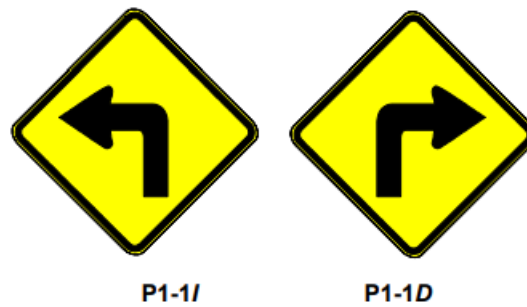
Señales preventivas de código P

Curva Cerrada Izquierda (P1-1I), Derecha (P1-1D)

Este tipo de señal alertan frente a próximas curvas menores o iguales a los 90, estas curvas pueden ser en dirección hacia la izquierda o derecha, la señalización es de fondo amarillo con símbolo y orla de color negro. Deben ser colocadas en compañía de una señalización de regulación de velocidad; poseen tres códigos que indicarán la variabilidad en sus medidas, estos son: P1-1A (I o D) de dimensión 600 x 600 mm, P1-1B (I o D) de dimensión 750 x750 mm, y P1-1C (I o D) de 900 x900 mm.

Figura 31

Señalización de Curvas Cerradas



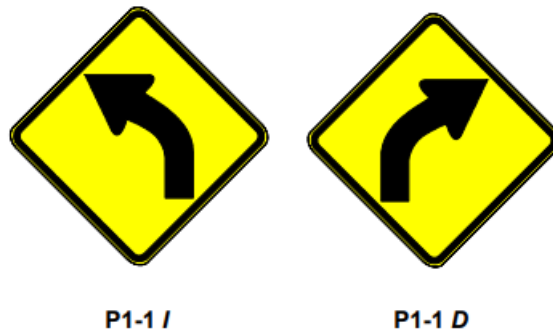
Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 51

Curva Abierta Izquierda (P1-2I), Derecha (P1-2D)

Estas señales advierten sobre próximas curvas abiertas, que pueden ser hacia la izquierda o la derecha. Tienen un fondo amarillo reflectante con símbolo y borde negro, y deben ser instaladas junto con una señal de regulación de velocidad. Hay tres códigos que indican variabilidad en las medidas: P1-2A (izquierda o derecha) de 600 x 600 mm, P1-2B (izquierda o derecha) de 750 x 750 mm, y P1-2C (izquierda o derecha) de 900 x 900 mm.

Figura 32

Señalización de Curvas Abiertas



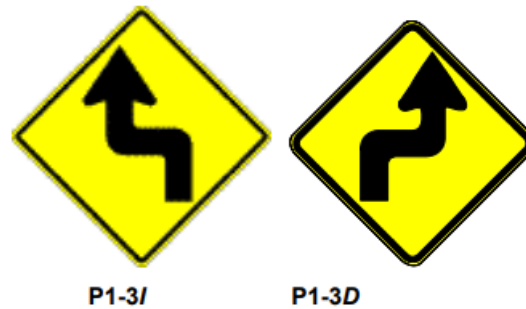
Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 51

Curva y Contra curva cerrada izquierda-derecha (P1-3I) y derecha-izquierda (P1-3D)

Esta señalización advierte la cercanía que hay entre dos curvas en direcciones contrapuestas con una separación inferior a los 120 m. Deben estar acompañadas de una señal de regulación de velocidad R4-1 y sus colores son: fondo amarillo reflectante, símbolo y borde negro. Hay tres códigos que indican variabilidad en las dimensiones de la señalización: P1-3A (izquierda o derecha) de 600 x 600 mm, P1-3B (izquierda o derecha) de 750 x 750 mm, y P1-3C (izquierda o derecha) de 900 x 900 mm.

Figura 33

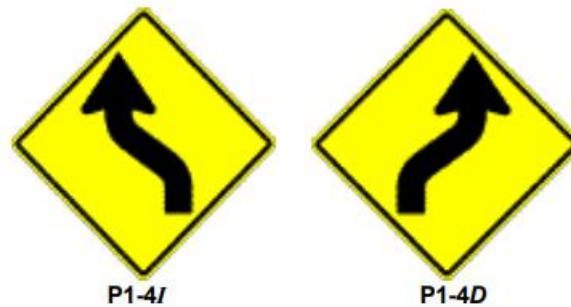
Curva y Contra curva cerrada



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 52

Curva y Contra curva abierta izquierda-derecha (P1-4I) y derecha-izquierda (P1-4D)

Esta señalización advierte la cercanía que hay entre dos curvas en direcciones contrapuestas con una separación inferior a los 120 m. Deben estar acompañadas de una señal de regulación de velocidad R4-1 y sus colores son: fondo amarillo reflectante, símbolo y borde negro. Hay tres códigos que indican variabilidad en las dimensiones de la señalización: P1-4A (izquierda o derecha) de 600 x 600 mm, P1-4B (izquierda o derecha) de 750 x 750 mm, y P1-4C (izquierda o derecha) de 900 x 900 mm.

Figura 34*Curva y Contra curva abierta*

Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 52

Angostamiento en ambos lados (P4-4)

La señal de reducción vial debe emplearse para indicar un estrechamiento de la carretera en ambas direcciones. Hay tres códigos que indican variabilidad en las dimensiones de la señalización: P4-4A (izquierda o derecha) de 600 x 600 mm, P4-4B (izquierda o derecha) de 750 x 750 mm, y P4-4C (izquierda o derecha) de 900 x 900 mm.

Figura 35*Señalización de angostamiento vial, en ambos lados*

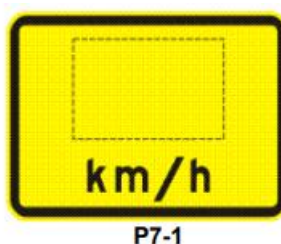
Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 69

Kilómetros /hora (P7-1)

Esta señal muestra la velocidad de circulación aconsejada en un segmento de la carretera. Hay tres códigos que indican variabilidad en las dimensiones de la señalización: P7-1A (izquierda o derecha) de 600 x 600 mm, P7-1B (izquierda o derecha) de 750 x 750 mm, y P7-1C (izquierda o derecha) de 900 x 900 mm.

Figura 36

Señalización de Kilómetros por hora



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 84

Señales de Información Vial I

Nombres de ciudades, sitios, ríos, puentes, etc. (I1-3c)

Estas señales informan a los conductores sobre los nombres de lugares específicos. Deben situarse al lado derecho de la carretera, manteniendo una clara visibilidad, sin distracciones de otras señales esenciales de dirección, precaución o regulación. Tienen forma rectangular con el eje horizontal más largo, fondo verde y letras, flechas u orlas de color blanco, utilizando letras mayúsculas con un tamaño mínimo de 140 mm de altura.

Figura 37

Señalización para ciudades, sitios, ríos, puentes, etc



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 106

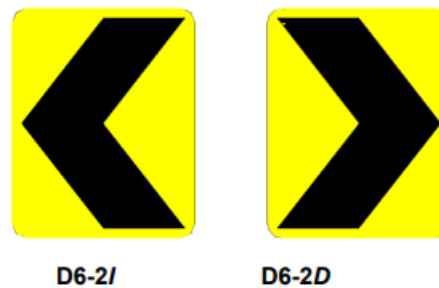
Señales Delineadoras (D)

Alineamiento Horizontal D 6-2 (I o D)

Se usan para señalar las curvas o giros cerrados durante el trayecto de la vía, estas curvas pueden ser hacia la derecha o hacia la izquierda. Hay tres códigos que indican variabilidad en las dimensiones de la señalización: D6-2A (izquierda o derecha) de 600 x 600 mm, D6-2B (izquierda o derecha) de 750 x 750 mm, y D6-2C (izquierda o derecha) de 900 x 900 mm.

Figura 38

Señalización de alineamiento horizontal D6-2



Nota. La figura fue obtenida del INEN señalización vial, parte 2, 2011, pág. 106

Los diseños deben aplicarse a la alternativa más conveniente. Debe incluir memoria de cálculo, hojas de cálculo, descripción y discusión de resultados, planos y anexos.

3.2 Especificaciones técnicas

Para el diseño de la carretera, se usaron las normativas: AASHTO 93, INEN Señalización Vial Parte 1 y 2, Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, y recomendaciones de la MTOP. En base a esto se establecieron rubros para el presupuesto que podría tener la futura carretera en construcción, cada rubro es desglosado en el capítulo 5, y las especificaciones técnicas de cada uno se encuentran en la parte de Anexos.

CAPÍTULO 4

4. ESTUDIO DEL IMPACTO AMBIENTAL

4.1 Descripción del proyecto

- Promover el crecimiento económico inclusivo y sostenible, el empleo y el trabajo decente para todos.
- Lograr que las ciudades sean más inclusivas, seguras, resilientes y sostenibles.
- Construir infraestructuras resilientes, promover la industrialización sostenible y fomentar la innovación.

El proyecto aborda el diseño de una carretera para vehículos pesados de 2.7 km, longitud que actualmente es conformada por un camino con material de relleno identificado en los análisis previos de suelo como un suelo grueso arenoso SP; para este camino se trazó una ruta para el diseño con la ayuda de la topografía tomada con dron, esto permitió reconocer las áreas aledañas al camino; en el cual se identificó las secciones destinadas a sembríos de caña de azúcar, viviendas de la comunidad, 2 canales de agua colindantes, alcantarillas tipo ducto cajón y un estero llamado El chorrón.

Tomando en cuenta todas estas secciones identificadas, se deberá diseñar considerando la reducción del impacto ambiental, la posible afección de los sembríos y la seguridad de la comunidad de Naranjito. Para esto, una posible solución para la disminución del impacto es la de diseñar el terraplén con una pendiente que permita el drenaje eficiente del agua hacia los canales en caso de lluvias intensas y proporcionar la altura adecuada del mismo para evitar desbordamiento de los canales colindantes que puedan poner en riesgo a los sembríos y al pavimento de la futura carretera. Otra alternativa que se puede implementar es el uso de asfalto modificado con polímeros de bajo impacto ambiental y recomendar la correcta aplicación de este en cuanto a cantidades óptimas, tiempos de ejecución y temperaturas que logren mantener un control de aplicación y disminución del impacto ambiental hacia los habitantes de la comunidad.

4.2 Línea base ambiental

Para la línea de base ambiental se describirán las condiciones físicas y climáticas involucradas al comienzo del proyecto en el estado actual de la vía.

4.2.1 Condiciones físicas

El trayecto de 2.7 km cuenta con un canal de agua en ambos lados, tanto al costado derecho como al izquierdo, con una altura aproximada de 1.5 m y un ancho de 2.5 m; estos canales mantienen el paso del agua de un canal a otro durante todo el trayecto, estos pasos de un extremo a otro se dan a los 90 m y a los 2400 m. Para finalmente desembocar través de alcantarillas tipo ducto cajón en el estero El Chorrón. Adyacente a estos canales se encuentran áreas destinadas cultivo de caña de azúcar. En la actualidad, la melaza, subproducto de la caña, es colocado sobre que conforma el camino de tránsito actual de vehículos como forma de mitigación de polvos.

Figura 39

Canal de agua aledaño a la vía a diseñar

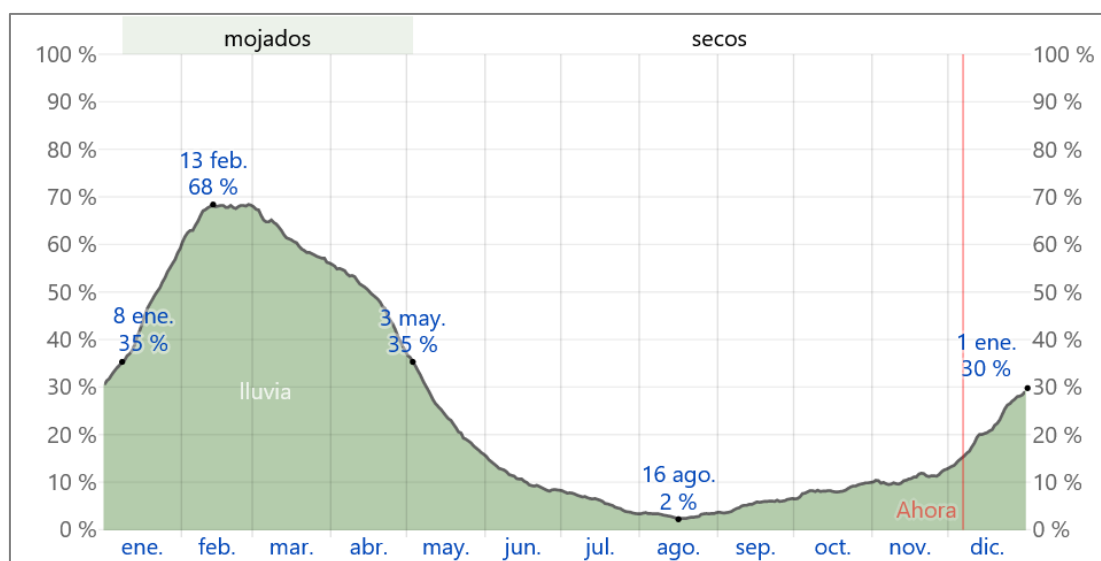


4.2.2 Condiciones climáticas

El cantón Naranjito situado en la provincia del Guayas tiene un clima cálido y lluvioso con temperatura promedio anual de 25.5 °C, en donde el mes con mayor temperatura es abril con 26.8 °C y el mes con menor registro es agosto con 24.1 °C. Al ser un ambiente lluvioso está expuesto a la humedad constante que conlleva a sensaciones térmicas hasta los 35 °C, generando altas precipitaciones por sobre los 1800 mm/año.

Figura 40

Probabilidad de precipitación mensual en el cantón Naranjito



Nota. La figura fue obtenida de Weather Spark, 2023

4.3 Actividades del proyecto

Para el desarrollo de actividades en el proceso constructivo de la carretera perimetral para vehículos pesados se necesitará:

Limpieza y desbroce del sitio

Dado que a lo largo de los 2.7 km de la vía hay cultivos y canales a ambos lados, la vegetación es significativa en la zona. Por lo tanto, se requiere llevar a cabo una limpieza con maquinaria a lo ancho de la carretera para asegurar el ancho final del trayecto. Esto garantizará un espacio despejado y mantendrá la funcionalidad de la vía, considerando la presencia de cultivos y canales en las áreas.

Figura 41

Sembríos de caña de azúcar alejados a la vía



Figura 42

Alcantarilla y vegetación alrededor de la vía

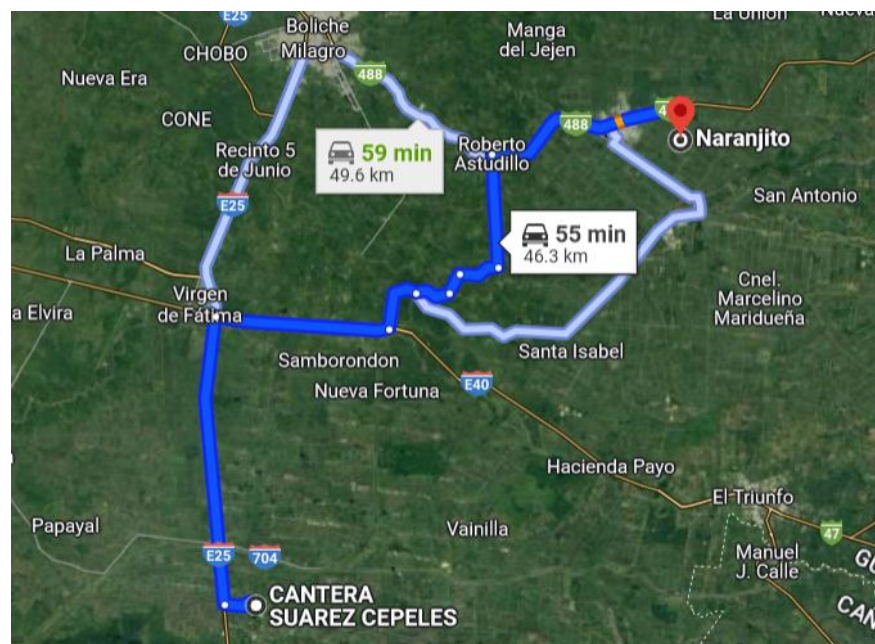


Explotación, transporte y movimiento de material de préstamo.

En la búsqueda de la cantera más cercana para la explotación y transporte de materiales de mejora para subrasante, base y subbase, se seleccionó la Cantera Suárez Cepeles. Esta cantera se especializa en la venta y movilización de materiales pétreos, además del alquiler de maquinarias para obra como excavadoras, rodillos compactadores, volquetas, etc. Está situada a una distancia de 50 km del cantón Naranjito, y el tiempo estimado de transporte hasta el lugar de construcción es de aproximadamente 1 hora, según se indica en la imagen adjunta

Figura 43

Ubicación de la Cantera Suarez Cepeles para transporte de material



Nota. La figura fue obtenida de Google Maps

Obras auxiliares (drenaje y puente)

Dada la presencia de canales alrededor del área, es recomendable considerar la implementación de una nueva alcantarilla tipo ducto cajón para gestionar el flujo de agua. Alternativamente, en una planificación futura, se podría contemplar la construcción de un puente al final de la vía, facilitando el cruce sobre el estero El Chorrón y conectando la carretera del proyecto con la vía Naranjito Bucay. La elección entre alcantarilla y puente dependerá de factores como la capacidad hidráulica requerida, consideraciones ambientales y de ingeniería, así como la viabilidad económica del proyecto.

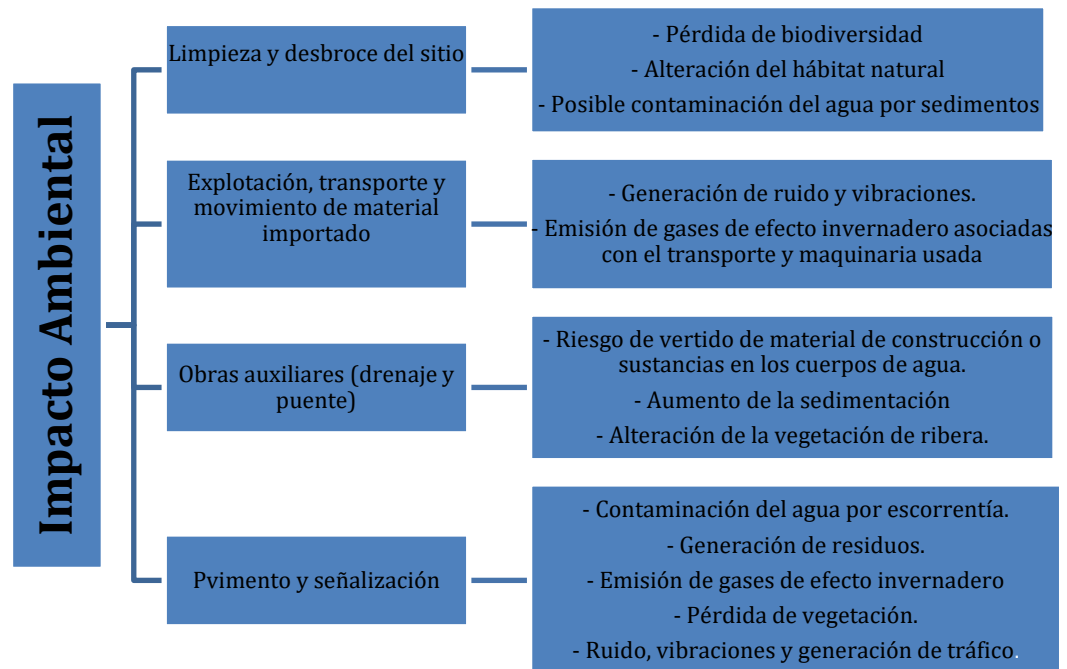
Pavimentación y Señalización

Es fundamental asegurarse de que la carpeta asfáltica se coloque a la temperatura y especificaciones técnicas adecuadas. Buscar un lugar cercano para el transporte y colocación de la premezcla asfáltica ayudará a garantizar la eficiencia y calidad del proceso. En relación con la señalización, es fundamental aplicar pintura de caucho con colores reflectantes en la vía principal y sus laterales. También, se debe instalar señales de tráfico informativas para asegurar la seguridad y bienestar de los conductores y peatones en el cantón.

Identificación de las acciones relevantes en el proyecto que son susceptibles de causar impactos ambientales.

4.4 Identificación de impactos ambientales

La identificación de los impactos ambientales posibles en obras se la realizó en base a las actividades preliminares y de fase constructiva para la implementación del proyecto de construcción de la carretera perimetral, considerando la vegetación y cuerpos de agua existentes en la zona de trabajo.



4.5 Valoración de impactos ambientales

La matriz usada para la valoración ambiental es la matriz Conesa-Fernández, que se basa en los parámetros de: Severidad, Probabilidad de Ocurrencia, Relevancia, Extensión, Intensidad, Duración, Desarrollo, Recuperación e Interacción, en escala del 1 al 3. Luego se ponderan dichos parámetros para concluir en los procesos de mayor Magnitud e Importancia del impacto ambiental.

Figura 44

Matriz de Conesa-Fernández

4.6 Medidas de prevención/mitigación

Al construir una carretera con pavimento flexible se requiere del desarrollo de las actividades ya mencionadas, al estar la vía cercana de canales de agua y un estero, es crucial implementar medidas de prevención y mitigación para garantizar la estabilidad y minimizar impactos ambientales. Algunas sugerencias incluyen:

4.6.1 Drenaje adecuado:

Se requiere un buen diseño de drenaje que ayude al flujo de agua de una canal a otro, considerando que en los diferentes trayectos de la vía los canales cambian de derecha a izquierda; además de un drenaje en el tramo final de la vía en donde se encuentra el estero el chorrón

4.6.2 Protección de márgenes:

Establecer franjas de protección a lo largo de los canales y el estero para preservar la vegetación natural y prevenir la erosión. Se pueden implementar barreras físicas y vegetativas.

4.6.3 Monitoreo constante:

Establecer un sistema de monitoreo para supervisar el comportamiento hidrológico y la calidad del agua en los cuerpos de agua cercanos (canales y estero). Esto permite una respuesta rápida ante posibles problemas.

4.6.4 Control de erosión:

Implementar prácticas para controlar la erosión del suelo, como el uso de mantas erosionadas, revegetación y prácticas de construcción que minimicen la exposición del suelo.

4.6.5 Gestión de sedimentos:

Establecer medidas para controlar la sedimentación en los cuerpos de agua cercanos, como la instalación de trampas de sedimentos y prácticas de construcción que minimicen la entrada de sedimentos.

4.6.6 Educación y participación comunitaria y obrera:

Incluir a los habitantes en las zonas aledañas a la vía y a los trabajadores en obra en charlas de concientización y cuidado del medio ambiente, para crear un círculo de sostenibilidad al usar las diferentes metodologías de construcción en la vía.

CAPÍTULO 5

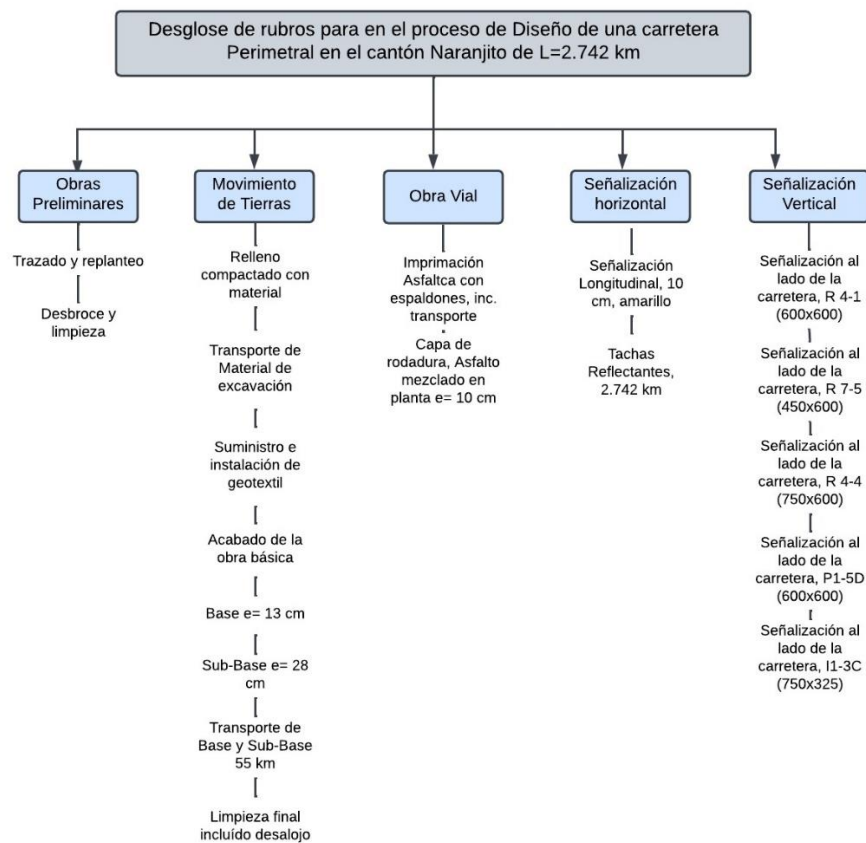
5. PRESUPUESTO

5.1 Estructura Desglosada de Trabajo

Se desglosó los rubros considerando un posible nivel y el orden de ejecución en obra, estos rubros son detallados con cantidades y precios unitarios en el presupuesto planteado para el proyecto. Los rubros para la obra de una carretera perimetral en el cantón Naranjito de L= 2.742 km, es:

Figura 45

Desglose de presupuesto en categorías por rubro



5.2 Rubros y análisis de precios unitarios (fusión)

Para esta sección se detalló por rubro el análisis de precio unitario APU, tomando en cuenta los equipos, mano de obra, materiales y transporte; el detalle de cada APUS perteneciente a cada rubro se encuentran adjuntos en la sección de Anexos.

Tabla 5.1
Cuantificación de rubros

PRESUPUESTO DE OBRA			
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN		Carretera Perimetral En El Cantón Naranjito De 2,8 Km	
Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad
1	OBRAS PRELIMINARES		
1,01	Trazado y replanteo	m2	28.911,00
1,02	Desbroce y Limpieza	m2	14.450,00
1,03	Resanteo de la Subrasante	m2	21113,4
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
2,01	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	12.164,00
2,02	Transporte de material de mejoramiento	m3-km	669.020,00
2,03	Suministro e instalación de Geomalla NTX 750 (entre base y subbase y entre subrasante y base)	m2	51.221,00
2,04	Acabado de la obra Básica	m2	21.113,40
2,05	Base (e = 0,13 m)	m3	2.930,00
2,06	Sub-Base (e = 0,28 m)	m3	7.170,00
2,07	Transporte de Base y Sub-Base (55 km)	m3-km	555.500,00
3	OBRA VIAL		
3,01	Imprimación Asfáltica (incluido transporte)	m2	21.113,00
3,02	Capa de rodadura de Horm. Asfáltico mezclado en planta e=10cm (Incluido transporte)	m2	21.113,00
4	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL		
4,01	Señalización Horizontal Longitudinal (Pintada de la vía 15 cm amarilla, blanca)	m.	4.116,00
4,02	Demarcadores o Tachas reflectantes (2,8 km)	u	229,00
5	SEÑALIZACIÓN VERTICAL		
5,01	Señales al lado de la carretera, código R 4-1 (600x600)	u	5,00
5,02	Señales al lado de la carretera, código R 7-5 (450x600)	u	2,00
5,03	Señales al lado de la carretera, código R 4-4 (750x600)	u	2,00
5,04	Señales al lado de la carretera, código P 1-5 D (600x600)	u	2,00
5,05	Señales al lado de la carretera, código I (650x420)	u	3,00

5.3 Descripción de cantidades de obra (Revisar)

La cuantificación de cada rubro desglosado en el punto 5.2 se encuentra detallada en el apartado de “Anexos D”.

5.4 Valoración integral del costo del proyecto

El presupuesto final en base a los rubros previamente establecidos y las cantidades detalladas en el apartado anterior; en donde se ha considerado un 15% de costos indirectos y utilidades y un 5% para costos indirectos adicionales.

Se muestra a continuación:

Tabla 5.2

Presupuesto para el proyecto "Diseño de una Carretera Perimetral para vehículos pesados en el cantón Naranjito"

PRESUPUESTO DE OBRA					
PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN			CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM		
GRUPO:			33		
FECHA: DD/MM/AA			3/1/2024		
RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIOS UNITARIOS	COSTO TOTAL
1	OBRAS PRELIMINARES				28.082,65
1,01	Trazado y replanteo	m2	28.911,00	0,66	19.224,80
1,02	Desbroce y Limpieza	m2	14.450,00	0,61	8.857,85
1,03	Resanteo de la Subrasante	m2	21113,4	0,91	19.202,64
2	MOVIMIENTO DE TIERRAS				1.143.585,79
2,01	Relleno compactado con material de mejoramiento	m3	12.164,00	13,64	165.856,14
2,02	Transporte de material de mejoramiento	m3-km	669.020,00	0,46	306.411,16
2,03	Suministro e instalación de Geomalla NTX 750 (entre base y sub-base y entre subrasante y base)	m2	51.221,00	5,33	272.854,27
2,04	Acabado de la obra Básica	m2	21.113,40	5,98	126.258,13
2,05	Base (e = 0,13 m)	m3	2.930,00	19,97	58.500,38
2,06	Sub-Base (e = 0,28 m)	m3	7.170,00	15,01	107.605,21
2,07	Transporte de Base y Sub-Base (55 km)	m3-km	555.500,00	0,19	106.100,50
3	OBRA VIAL				318.625,07
3,01	Imprimación Asfáltica (incluido transporte)	m2	21.113,00	0,86	18.178,63
3,02	Capa de rodadura de Horm. Asfáltico mezclado en planta e=10cm (Incluido transporte)	m2	21.113,00	14,23	300.446,44
4	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL				8.442,20
4,01	Señalización Horizontal Longitudinal (Pintada de la vía 15 cm amarilla, blanca)	m.	4.116,00	1,57	6.478,67
4,02	Demarcadores o Tachas reflectantes (2,8 km)	u	229,00	8,57	1.963,54
5	SEÑALIZACIÓN VERTICAL				1.654,13
5,01	Señales al lado de la carretera, código R 4-1 (600x600)	u	5,00	65,63	328,15
5,02	Señales al lado de la carretera, código R 7-5 (450x600)	u	2,00	143,47	286,93
5,03	Señales al lado de la carretera, código R 4-4 (750x600)	u	2,00	111,16	222,32
5,04	Señales al lado de la carretera, código P 1-5 D (600x600)	u	2,00	93,46	186,92
5,05	Señales al lado de la carretera, código I (650x420)	u	3,00	209,94	629,81
PRESUPUESTO TOTAL (CD+CI)					1.500.389,84

5.5 Cronograma de obra

El cronograma basado en los rubros establecidos para el presupuesto se encuentra en el apartado de “Anexos E” con un total de 126 días laborables para la finalización de la obra, iniciando desde el 19 de febrero del 2024 hasta el 12 de agosto del mismo año, sin contabilizar los fines de semana, usado un costo indirecto del 20%.

CAPÍTULO 6

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

En el presente proyecto se desarrolló el diseño de una carretera perimetral para vehículos pesados con una longitud de 2742 m con pavimento flexible que ofrezca comodidad, seguridad y confort a los usuarios del cantón Naranjito, usando el estudio de datos de topografía, estudios de suelo y aforos de tránsito.

Con la ayuda de la topografía se pudo trazar un eje, una ruta para la carretera que bordea el cantón y el diseño geométrico de la misma, permitiendo así, que los vehículos pesados dedicados a la agricultura y comercio ya no tengan que transitar dentro del cantón, evitando así el peligro de accidentes de tránsito o incomodidad causada hacia los habitantes del cantón; sin embargo, durante el trabajo de campo se mostraron varios inconvenientes al querer realizar la toma de los datos topográficos debido a que aledaño a la vía de estudio se encontraban situados terrenos de sembríos privados, por lo cual no se permitía realizar topografía con estación total, por dicho motivo la topografía tuvo que ser realizada a través de un equipo de dron que proporcionó cotas, curvas y ortofotos del lugar, por lo tanto al realizarla con este equipo de topografía en ciertas secciones aledañas del trayecto a lo largo de la vía en donde se encuentran zonas de vegetación y árboles, los datos topográficos no eran tomados con la precisión necesaria, así también la profundidad de los canales a los costados de la vía no pudo ser tomada con exactitud ya que el dron solo capta el espejo de agua de los mismos.

A pesar de las limitantes, el diseño fue realizado en lo posible siguiendo las normativas necesarias para el diseño de carreteras de la MTOP y el diseño de pavimentos de la AASHTO en conjunto de otras normativas en donde se proporcionó seguridad y confort para la carretera. De este diseño se obtuvo radios de curvatura horizontal y pendientes dentro de los rangos recomendados por la normativa, así como otros parámetros como velocidad de diseño y circulación para la carretera.

Como resultados se obtuvo también que el suelo existente es una arena no plástica y en base al TPDA de 982, se catalogó la carretera como tipo 3, de donde se partió según la normativa MTOP con los valores y rangos mínimos en los que debía estar el diseño en cuanto a giros de curvatura y pendiente, para el diseño de pavimento se obtuvieron los espesores del pavimento, dando un total de 51 cm en donde la capa de subbase granular consta de 28 cm, la capa de base 13 cm y la capa del pavimento asfáltico 10 cm, además se colocará un material de mejoramiento de 30 cm de espesor y para lograr estabilizar el diseño se colocarán dos geomallas NTX 750 entre las capas de la subrasante y la subbase y entre la subbase y la base. El presupuesto estimado es de la obra es de \$1.500.389,84 y se elaboró un cronograma de obra con una duración de 126 días laborables.

El correcto desarrollo de estudios de suelo y aforo de tránsito realizados en el desarrollo del proyecto permitió realizar un buen diseño de pavimento y señalización en el trayecto de la carretera, cumpliendo con el objetivo del proyecto de brindar seguridad y confort al circular por la vía, además de generar confiabilidad y durabilidad para la misma.

6.2 Recomendaciones

En vista de que no fue posible la toma de datos topográficos por medios convencionales (estación total o teodolito y nivel) y se tuvo que usar topografía por dron y RTK, debido a situaciones de fuerza mayor, el presente proyecto no conforma un diseño definitivo. Por esto, se recomienda:

- La toma de datos topográficos por medios convencionales para proyectos viales (estación total), abarcando las zonas laterales a la vía, con el fin de identificar la dirección del flujo de drenaje del agua de los canales cercanos.
- Diseñar un acceso y salida más adecuados, al inicio y final de la vía, incluyendo retornos en las vías ya existentes.
- Diseñar un retorno en la vía Marcelino Maridueña, en dirección de Sureste a Noroeste, para tomar la vía propuesta en este proyecto.
- Diseñar un retorno en la vía Naranjito-Bucay, en dirección de Noreste a Suroeste, para tomar la vía propuesta en este proyecto.
- Diseñar el canal y alcantarilla de la vía, en el cruce con el estero El Chorrón.
- Ampliar la alcantarilla existente al inicio de la vía.

BIBLIOGRAFÍA

- AASHTO. (1993). *Manual AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimento*.
- DARCO. (2015). *DARCO*. Obtenido de GUÍA DE AUTOCAD CIVIL 3D AVANZADO:
<https://univercad.com/wp-content/uploads/2021/10/Guia-Civil-3D-Avanzado-.pdf>
- DAS, B. M. (2013). *FUNDAMENTOS DE INGENIERÍA GEOTÉCNICA* (4 ed.).
- Fajardo, C. (2023). *Estudios y diseño de la carretera recinto Colombia Alta – recinto El Recreo, Provincia de Bolívar*. Obtenido de Estudios y diseño de la carretera recinto Colombia Alta – recinto El Recreo, Provincia de Bolívar.
- Grisales, J. C. (2013). *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras*.
- INEN, R. (2011). *Señalización Vial Parte1. Señalización Vertical*. Quito.
- INEN, R. (2011). *Señalización Vial, Parte2. Señalización Horizontal*. Quito.
- (2015). *LAS CONDICIONES ACTUALES DE LA VÍA RÍO BLANCO –PUCAYACA PARROQUIA PILAHUÍN CANTÓN AMBATO PROVINCIA DE TUNGURAHUA Y SU INCIDENCIA EN EL DESARROLLO SOCIOECONÓMICO DEL SECTOR*. Ambato.
- Montejo, A. (1999a). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, Fundamentos, Estudios Básicos y Diseño* (Vol. 7).
- Montejo, A. (1999b). *Ingeniería de Pavimento para Carretera, Fundamentos, Estudios Básicos y Diseño* (Vol. 7).
- MTOP. (2013). *ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES* (Vol. 3). Quito.
- MTOP. (2013). *NEVI-12 MTOP* (Vol. 2A). Quito.

Públicas, M. d. (2002). *ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS Y PUENTES*.

Spark, W. (2023). *Weather Sparck*. Obtenido de Clima, Tiempo y Precipitaciones Promedio en el Cantón Naranjito: <https://es.weatherspark.com/y/19342/Clima-promedio-en-Naranjito-Ecuador-durante-todo-el-a%C3%B1o>

PLANOS Y ANEXOS

ESPECIFICACIONES

TÉCNICAS

“DISEÑO DE UNA

CARRETERA PERIMETRAL

PARA VEHÍCULOS PESADOS

L=2.8 KM”

OBRAS

PRELIMINARES

TRAZADO Y REPLANTEO

Descripción

La actividad de trazado y replanteo se enfoca en llevar a cabo la medición y marcado exacto de puntos y líneas en terrenos o construcciones, asegurando la ubicación precisa de elementos como cimientos, estructuras y servicios. Requiere el uso de instrumentos como niveles, teodolitos y estaciones totales, además del conocimiento de planos y especificaciones técnicas. Este procedimiento resulta fundamental en la construcción para asegurar la precisión y alineación correcta de las obras.

Procedimiento de Trabajo

- **Revisión de Planos:** Analizar minuciosamente los planos del proyecto o construcción para comprender la disposición y ubicación exacta de los elementos.
- **Establecimiento de Puntos de Control:** Identificar y señalar puntos de control en el terreno, creando referencias clave para la medición y posicionamiento.
- **Utilización de Instrumentos:** Para el trazado se puede usar piolas de amarre y estacas de madera para señalización de puntos; mientras que para el replanteo en donde se requiere mayor precisión, se debe utilizar herramientas como niveles, teodolitos o estaciones totales para medir con precisión distancias, ángulos y alturas.
- **Marcado en el Terreno:** Marcar físicamente en el terreno los puntos y líneas de acuerdo con las mediciones realizadas, utilizando materiales apropiados.

- **Verificación de Alineación:** Confirmar la alineación y posición de los elementos trazados, realizando ajustes si es necesario para cumplir con las especificaciones del proyecto.

- **Informe y Documentación:** Registrar las mediciones, resultados y cualquier ajuste efectuado, generando documentación detallada para futuras referencias y el equipo de construcción.

Forma de Pago

Las unidades que maneja este rubro en el desglose de precio unitario son los m², de tal forma que el recibimiento del pago se lo realiza en base a esta medida; siempre que haya sido previamente evaluado y aprobado por el fiscalizador en obra

Rubro:

Trazado y replanteoMetros cuadrados (m²).

Desbroce y Limpieza

Descripción

El desbroce y la limpieza se centran en la preparación inicial del terreno antes de iniciar cualquier obra. Involucra la eliminación de vegetación, maleza, escombros y otros obstáculos presentes en el lugar. Este procedimiento posibilita un terreno limpio y accesible para las fases posteriores de construcción, facilitando la colocación adecuada de cimientos, infraestructuras y otros elementos. Este rubro, garantiza un entorno de trabajo seguro y eficiente en proyectos constructivos.

Procedimiento de Trabajo

Evaluación del Sitio: Realizar una evaluación detallada del terreno para identificar la vegetación, obstáculos y escombros presentes que deben ser eliminados. Además del área de construcción, se requiere señalar alrededor de 10 m a los costados de la zona de construcción, para realizar el desbroce y limpieza en esos sectores aledaños. Estas áreas señalizadas deberán de considerar las normativas medioambientales y de seguridad

Equipamiento: Utilizar maquinaria especializada, como desbrozadoras, excavadoras o camiones volquete, según la naturaleza del trabajo.

Desbroce y retiro de escombros: Eliminar la vegetación, incluyendo arbustos, árboles y maleza, para despejar el área designada para la construcción vial. Recoger y retirar los escombros y restos vegetales del sitio, garantizando una superficie limpia y sin obstáculos.

Manejo de Residuos: Disponer de los residuos de manera adecuada, siguiendo las regulaciones ambientales y de gestión de desechos.

Forma de Pago

El pago de este rubro se lo realizará en base al precio unitario establecido en el documento de contrato, y este dependerá de los factores evaluados como maquinaria, mano de obra, transporte y materiales o herramientas utilizadas en el proceso. Por esta razón las áreas de desbroce deben ser señalizadas y medidas para incluir cantidades dentro del presupuesto, la unidad de medición del rubro es el m².

Rubro:

Desbroce y LimpiezaMetros cuadrados (m²).

MOVIMIENTO DE TIERRAS

RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO

Descripción.

Los rellenos y terraplenes deben construirse con materiales provenientes de las zonas de préstamo señaladas en los planos o definidas por el Fiscalizador. Los préstamos pueden ser laterales a la vía o proceder de depósitos o bancos preestablecidos, en cuyo caso se denominarán importados. Se preferirá el empleo de materiales obtenidos de los cortes necesarios para la construcción de la vía, salvo que los documentos contractuales hayan establecido la inconveniencia de usarlos, dadas sus características. La sustitución de préstamos se hará con otros de calidad superior o que presenten menor longitud de transporte, y siempre con la autorización por escrito del Fiscalizador.

Requisitos:

Los suelos empleados en la construcción de rellenos y terraplenes deben ser de calidad adecuada, y no deben contener desperdicios, raíces, materia vegetal, putrescible o perecedera u otro material inconveniente. No se emplearán suelos orgánicos, turbas y otros suelos similares. Los suelos empleados en la construcción de los rellenos deben poseer un índice de soporte CBR no menor de 5 % medido a la densidad máxima, y no deben presentar expansividades mayores al 4% determinado en el ensayo del CBR ASTM D 1833/ AASHTO. Tampoco se permite el empleo de suelos que, en el ensayo de compactación realizado, de acuerdo a lo prescrito en la Norma AASTHTO T.180, presenten densidades secas máximas, menores a 1.400 Kg/m³. Cuando en la zona exista alta ocurrencia de suelos rocosos, formados por bloques o cantos de tamaños mayores a los de la grava, mezclados con material más fino, su colocación y compactación se efectuará como se indica para los pedraplenes, más adelante en esta Sección.

Pago.

Las cantidades establecidas en el apartado de medición, se pagará a los precios contractuales para cada uno de los rubros designados. Los precios y pagos mencionados abarcarán la retribución completa por el relleno para carreteras, la gestión y eliminación del agua, así como la construcción y posterior retirada de ataguías si fueran necesarias, además de cubrir todos los gastos relacionados con la fuerza laboral, equipos, herramientas, materiales y actividades asociadas. Es importante destacar que el transporte no está incluido.

N.º del Rubro y Designación Unidad de Medición 2.4 RELLENO COMPACTADO
CON MATERIALMetro cúbico
(m3)

Suministro e Instalación de Geomalla NX 750

Descripción

Este tipo de geomalla es usada cuando hay situaciones poco ideales, por ejemplo; cuando el material de la subrasante es débil y está expuesta a soportar cargas pesadas, o cuando las infraestructuras tienen poca profundidad.

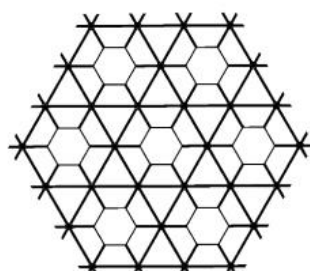
Esta geomalla permite simplificar el proceso de construcción y alargar el tiempo de vida útil del pavimento, además de reducir los espesores de las capas en cuanto a materiales a usar para el pavimento.

Este material actúa en un desempeño combinado con los áridos de la base y la subbase, creando una estructura más resistente, con mejor desempeño en la subrasante y demás capas del pavimento; cuando hay necesidad de rellenar o de cortar el terreno este tipo de geomallas pueden compensar esa necesidad o incluso eliminarla.

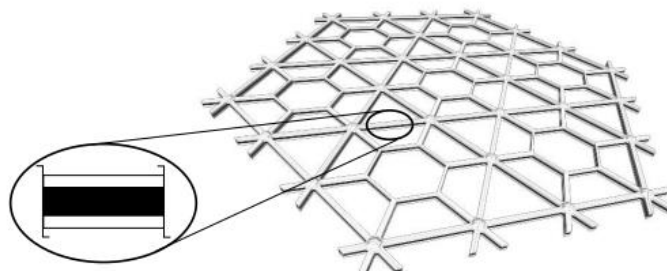
Las geomallas son capaces de reducir los espesores hasta en un 50% en la capa de relleno, esto debido a que mejora la distribución de la presión vertical ejercida por los ejes vehiculares.

Características y propiedades de la geomalla

La geomalla es manufacturada utilizando una hoja de copolímero, co-extruida la cual es luego perforada y orientada. La estructura resultante consiste en costillas continuas y no-continuas formando aberturas en tres geometrías (hexágono, trapecoide y triangulo) interconectadas y un hexágono suspendido sin obstrucción.



Tensar NX750 Geogrid
Vista en planta



Tensar NX750 Geogrid
Vista en perspectiva

Propiedades para identificación ¹	General
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Geometría de las aberturas ▪ Estructura ▪ Geometría de las costillas ▪ Longitud de costilla continua paralela⁽²⁾, mm (in) ▪ Razón en la dimensión de costilla⁽³⁾ ▪ Grosor del nodo⁽²⁾, mm (in) ▪ Color 	Hexagonal, Trapezoide y Triangular Integral y Co-extruida Rectangular 80 (3.2) > 1.0 3.5 (0.14) White / Black / White

Procedimiento de trabajo

PREPARACIÓN DEL TERRENO

- Limpiar, arrancar y excavar (si es necesario) hasta la cota de la subrasante de diseño, retirando la capa superior del suelo, los escombros y materiales inadecuados.

- Alisar y compactar los suelos utilizando el equipo de compactación adecuado. Nivelar o coronar la superficie para drenaje positivo fuera de la zona de construcción.

- Coloque los rollos de geomalla InterAx de Tensar en posición, corte las bandas de los rollos y desenrolle manualmente el material sobre el terreno.

. La superficie preparada puede ser la subrasante, la subbase o la elevación de la base, según la aplicación. Tensar InterAx puede instalarse directamente sobre la subrasante y no es necesario colocar relleno granular antes.

COLOCACIÓN Y SUPERPOSICIÓN

- Desenrolle la geomalla en el sentido de circulación de modo que el rollo quede paralelo a los patrones de tráfico. Los rollos de geomalla adyacentes deben colocarse en la dirección prevista de esparcimiento de los áridos.

- Corte y solape la geomalla para adaptarla a las curvas. El corte se puede hacer con tijeras afiladas, un implemento similar a un cuchillo o sierras eléctricas manuales (por ejemplo, de "corte"). Cortar la geomalla para ajustarla a las tapas de alcantarilla y otros protuberancias inamovibles.

- Si es necesario colocar un geotextil, éste debe colocarse primero y la geomalla inmediatamente encima. Como alternativa, InterAx FilterGrid™ (compuesto de geomalla y geotextil) para acelerar la instalación.

TENSADO Y FIJACIÓN

- Las geomallas InterAx de Tensar pueden anclarse en su lugar para mantener los solapamientos y la alineación sobre el área de cobertura.

- Antes de desenrollar completamente la geomalla, ancle el comienzo del a la superficie subyacente en el centro y en las esquinas del borde del rollo. Esto puede hacerse con pequeños montones de relleno de árido o con una arandela y un pasador. Grandes,

También se pueden utilizar grapas grandes y gruesas, clavándolas en el subsuelo a través de las aberturas de la geomalla.

- Desenrolle la geomalla. Alinéela y ténsela para eliminar las arrugas y tensarla con la mano, fijarla en su sitio. Si es necesario, la geomalla puede recolocarse después de desenrollarla. Levante las láminas adyacentes desenrolladas por sus bordes para evitar que se enganchen.

VERTIDO Y ESPARCIMIENTO

- Generalmente, se requiere por lo menos de 4 a 6 pulgadas para el espesor inicial del relleno de agregado sobre Tensar InterAx. Sin embargo, en condiciones muy blandas, es posible que se requiera una capa de relleno más gruesa para evitar el ahuellamiento excesivo. O la falla de la capacidad portante de los suelos subyacentes.

- Sobre subrasantes competentes ($CBR > 4$), el relleno de áridos puede verterse directamente sobre la geomalla. Deberán evitarse los giros y las paradas bruscas.

- Sólo se utilizarán equipos con ruedas de goma directamente sobre la geomalla si el subsuelo subyacente no es propenso a la formación de surcos bajo el tráfico de obras.

COMPACTACIÓN

- Se pueden utilizar métodos de compactación estándar a menos que los suelos sean muy blandos. En estos casos, es prudente compactación vibratoria en particular sobre suelos de grano fino, no cohesivos, como el limo.

- Compacte el relleno de áridos según las especificaciones del proyecto después de después de haber sido nivelado y antes de ser sometido a tráfico acumulado. Una compactación inadecuada provocará

roderas superficiales bajo las cargas de las ruedas. Este ahuellamiento reduce reduce el espesor total efectivo del relleno y aumenta la tensión en la subrasante.

Pago

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para los rubros consignados a continuación. Estos precios y pagos constituirán el valor total por el suministro, transporte, colocación y de los materiales geo sintéticos, el suministro, transporte, colocación y compactación del material granular o relleno, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta subsección.

Rubro:

Suministro y colocación de Geomalla NTX 750Metros cúbicos (m2).

Base de espesor de 10 cm

Descripción

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales.

Tabla. 404-1.1 Recomendaciones para uso de material de base

MATERIAL ESPECIFICADO	TIPO DE CARRETERA	No. CARRILES	TPDA
BASE CLASE 1	Para uso principalmente en aeropuertos y carreteras con intenso nivel de tráfico.	8 a 12	> 50.000
BASE CLASE 2	Carreteras de 2 hasta 6 carriles con un ancho mínimo por carril de 3.65m. Se incluye franja central desde 2 a 4m.	2 a 6	8.000 – 50.000
BASE CLASE 3	Vías internas de urbanizaciones con bajo nivel de tráfico	2 a 4	1.000 – 8.000
BASE CLASE 4	Caminos vecinales	2	<1.000

En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz N° 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%. Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Base Clase 1: Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100% de acuerdo con lo establecido en el numeral 814-2 de la Nevi Volumen 3y graduados uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados para los Tipos A y B.

Base Clase 2: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de

agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos en el numeral 814-4 de la Nevi volumen 3. Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos El proceso de trituración que emplee el Contratista será tal que se obtengan los tamaños

especificados directamente de la planta de trituración. Sin embargo, si hace falta relleno mineral para cumplir.

Base Clase 3: Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso, y que cumplirán los requisitos establecidos. Estas bases deberán hallarse graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados. Si hace falta relleno mineral para cumplir las exigencias de graduación, se podrá completar con material procedente de trituración adicional, o con arena fina, que podrán ser mezclados en planta o en el camino.

Base Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en el numeral 3.814.3 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos.

Tabla. 404-1.2 Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Base Clase 1

TAMIZ		BASE CLASE 1 TIPO A		BASE CLASE 1 TIPO B	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
2"	50 mm		100		100
1 ½"	37.5 mm	70	100	70	100
1"	25 mm	55	85	60	90
¾"	19 mm	50	80	45	75
3/8"	9.5 mm	35	60	30	60
Nº 4	4.75 mm	25	50	20	50
Nº 10	2 mm	20	40	10	25
Nº 40	0.425 mm	10	25	2	12
Nº 200	0.075 mm	2	12		

Equipo.

El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios para compactación

en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

Procedimiento de Trabajo

Selección y Mezclado.

Los agregados preparados para la base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra. En caso de que

se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la base sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada. Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de

acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

Tendido y Conformación.

Cuando el material de la base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran

el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución. El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos. Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas. En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material. Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se altere el material de la subbase ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables. Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa

será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

Compactación.

Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor. El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas esté dentro del rango especificado, previamente a la imprimación de la base. En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o placas vibratorias, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la base.

Medición Pago.

Esta partida incluye la provisión y suministro de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la confección, colocación, compactación, terminación y mantención de bases granulares de poder de soporte igual o mayor a 50% CBR, de graduación cerrada o abierta. La partida incluye además, la escarificación, regado, perfilado y compactación de superficies asfálticas existentes del tipo tratamiento superficial, cuando corresponda, según lo establecido en el procedimiento de trabajo. Se medirá por metro cúbico (m³) de base con un CBR \geq 80%, de acuerdo a las dimensiones teóricas de ancho, espesor y largo requeridas por el Proyecto y aprobadas por el Fiscalizador. Si el Proyecto establece la colocación de base nivelante, ésta se medirá geométricamente

para efectos de pago en esta misma partida. Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos.

Rubro:

Base granular de espesor de 10 cmMetros cúbicos (m³).

Sub-Base de espesor de 13 cm

Este trabajo consistirá en la provisión, mezclado, colocación, humedecimiento o aireación, extensión y conformación, compactación y terminado del material de subbase granular compuestas por agregados obtenidos por proceso de trituración o de cribado, y deberá cumplir los requerimientos especificados en la sección 816. Para los efectos de estas especificaciones, se denomina subbase a la capa granular localizada entre la subrasante y la base granular en los pavimentos flexibles, y la capa que normalmente debe colocarse inmediatamente debajo de un pavimento rígido. La capa de subbase se colocará sobre la subrasante previamente trabajada y sus condiciones aprobadas, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos y demás documentos del proyecto o establecidos por Fiscalización.

Materiales

Las subbases de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse y al tipo de pavimento del cual forman parte. La clase de subbase que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz N° 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Subbase Clase 1: Son subbases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas, de acuerdo con los requerimientos establecidos, y graduados uniformemente

dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 1. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración.

Subbase Clase 2: Son subbases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de acuerdo con los requerimientos, y graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 2.

Subbase Clase 3: Son subbases construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, Cuando en los documentos contractuales se estipulen en subbases Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados.

Tabla. 403-1.1 Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada para Subbase

TAMIZ		SUBBASE CLASE 1		SUBBASE CLASE 2		SUBBASE CLASE 3	
		Mín.	Máx.	Mín.	Máx.	Mín.	Máx.
3"	76.2 mm						100
2"	50.4 mm	-	-		100		-
1 ½"	38,1 mm		100	70	100		-
Nº 4	4.75 mm	30	70	30	70	30	70
Nº 40	0.425 mm	10	35	15	40		-
Nº 200	0.075 mm	0	15	0	20	0	20

Equipos

El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración o de cribado, equipo de transporte, maquinaria para

esparcimiento, mezclado y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos de tres ruedas o rodillos vibratorios para compactación

Procedimiento de Trabajo

Selección y Mezclado.

Los agregados preparados para la subbase deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de subbase establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra. En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la subbase sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá mezclar uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación

especificada. Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos. No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

Tendido, Conformación y Compactación.

Cuando el material de la subbase haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la subbase terminada avance a una distancia conveniente de la distribución. El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo con las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos. Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo con las

alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas. En todos los casos de construcción de las capas de subbase, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material. Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables. Cuando sea necesario construir la subbase completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

Compactación.

Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de subbase, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados. El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la subbase, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar

su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas esté dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador. En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la subbase.

Medición y Pago.

Esta partida incluye la provisión y suministro de todos los materiales, equipos y mano de obra necesarios para la confección, colocación, compactación, terminación y mantención de subbases granulares de poder de soporte igual o mayor a 30% CBR, de graduación cerrada o abierta. La partida incluye, además, la escarificación, regado, perfilado y compactación de superficies asfálticas existentes del tipo tratamiento superficial, cuando corresponda, según lo establecido en el procedimiento de trabajo. Se medirá por metro cúbico (m³) de subbase de $\text{CBR} \geq 30\%$, de acuerdo a las dimensiones teóricas de ancho, espesor y largo requeridas por el Proyecto y aprobadas por el Fiscalizador. Si el Proyecto establece la colocación de subbase nivelante, ésta se medirá geométricamente para efectos de pago en esta misma partida. Para el cálculo de la cantidad se considerará la longitud de la capa de subbase terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos.

En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

Rubro:

Subbase granular de espesor de 13 cmMetros cúbicos (m3).

Transporte de la base y la subbase

Descripción

Este trabajo consistirá en el acabado de la plataforma del camino a nivel de subrasante, de acuerdo con las presentes Especificaciones y de conformidad con los alineamientos, pendientes y secciones transversales señalados en los planos o fijados por el Fiscalizador. Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado. El material excavado de la plataforma del camino será transportado sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m; pasados los cuales se reconocerá el transporte correspondiente.

Medición.

Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km ó fracción de km, medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los metros cúbicos (m³) de material efectivamente transportados por la distancia en km de transporte de dicho volumen. Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales de préstamo importado, el mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, la estabilización con material pétreo, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m³/km ó fracción de km. Si el contratista prefiere utilizar materiales provenientes de una fuente localizada a mayor distancia que aquellas que fueren fijadas en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador, la distancia de transporte se medirá como si el material hubiera sido transportado desde el sitio fijado en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador. En caso de que, para cumplir con las especificaciones

respectivas, fuera necesario obtener materiales de dos o más fuentes diferentes, los volúmenes para el cálculo de transporte se determinarán en el análisis de costos unitarios que presentará el oferente en su oferta

económica.

Pago.

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato. Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en este apartado.

Rubro:

Transporte de la Base y SubbaseMetros cúbicos/Km (m³/Km).

OBRA VIAL

Imprimación Asfáltica

Descripción

Se define como riego de imprimación la aplicación de un ligante hidrocarbonado sobre una capagranular, previa a la colocación sobre ésta de una capa o de un tratamiento bituminoso.

Materiales

Lo dispuesto en este artículo se entenderá sin perjuicio de lo establecido en el Real Decreto 1630/1992 (modificado por el Real Decreto 1328/1995), por el que se dictan disposiciones para la libre circulación de productos de construcción, en aplicación de la Directiva 89/106/CEE, y en particular, en lo referente a los procedimientos especiales de reconocimiento se estará a lo establecido en su artículo 9.

Independientemente de lo anterior, se estará, en todo caso a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de almacenamiento y transporte de productos de la construcción.

Ligante hidrocarbonado

El tipo de ligante hidrocarbonado a emplear vendrá fijado por el Pliego de Prescripciones Técnicas Particulares y, salvo justificación en contrario, deberá estar incluido entre los que a continuación se indican:

- FM100 del artículo 212, "Betún fluidificado para riegos de imprimación", de este Pliego
- EAI, ECI, EAL-1 o ECL-1 del artículo 213, "Emulsiones bituminosas", de este Pliego, siempre que en el tramo de prueba se muestre su idoneidad y compatibilidad con el material granular a imprimir.

Árido de

cobertura

Condiciones generales

El árido de cobertura a emplear, eventualmente, en riegos de imprimación será arena natural, arena de machaqueo o una mezcla de ambas.

1) Granulometría

La totalidad del árido deberá pasar por el tamiz 4 mm que no contenga más

de un quince por ciento (15%) de partículas inferiores al tamiz 0,063 mm.

2) Limpieza

El árido deberá estar exento de polvo, suciedad, terrones de arcilla, materia vegetal, marga u otras materias extrañas.

El equivalente de arena del árido, deberá ser superior a cuarenta (40).

3) Plasticidad

El material deberá ser "no plástico".

Dotación de los Materiales

La dotación del ligante quedará definida por la cantidad que sea capaz de absorber la capa que se imprima en un período de veinticuatro horas (24 h). Dicha dotación no será inferior en ningún caso a quinientos gramos por metro cuadrado (500 g/m²) de ligante residual.

Equipo

Se estará, en todo caso, a lo dispuesto en la legislación vigente en materia ambiental, de seguridad y salud y de transporte en lo referente a los equipos empleados en la ejecución de las obras.

Equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado

El equipo para la aplicación del ligante hidrocarbonado irá montado sobre neumáticos, y deberá ser capaz de aplicar la dotación de ligante especificada, a la temperatura prescrita. El dispositivo regador proporcionará una uniformidad transversal suficiente, a juicio del Fiscalizador, y deberá permitir la recirculación en vacío del ligante. En puntos inaccesibles al equipo descrito en el párrafo anterior, y para completar la aplicación, se podrá emplear un equipo portátil, provisto de una flauta manual. Si fuese necesario calentar el ligante, el equipo deberá estar dotado de un sistema de calefacción por serpentines sumergidos en la cisterna, la cual deberá ser calorífuga. En todo caso, la bomba de impulsión del ligante deberá ser accionada por un motor, y estar provista de un indicador de presión. El equipo también deberá

estar dotado de un termómetro para el ligante, cuyo elemento sensor no podrá estar situado en las proximidades de un elemento calefactor.

Equipo para la extensión del árido de cobertura

Para la extensión del árido, se utilizarán extendedoras mecánicas, incorporadas a un camión o autopropulsadas. Únicamente se podrá extender el árido manualmente, previa aprobación del Fiscalizador, si se tratase de cubrir zonas aisladas en las que hubiera exceso de ligante. En cualquier caso, el equipo utilizado deberá proporcionar una repartición homogénea del árido.

Procedimientos de trabajo

Preparación de la superficie

Se comprobará que la superficie sobre la que se vaya a efectuar el riego de imprimación cumple las condiciones especificadas para la unidad de obra correspondiente, y no se halle reblandecida por un exceso de humedad. En caso contrario, deberá ser corregida de acuerdo con estas especificaciones referentes a la unidad de obra de que se trate, las especificaciones especiales o las instrucciones del Fiscalizador. Inmediatamente antes de proceder a la aplicación del ligante hidrocarbonado, la superficie a imprimir se limpiará de polvo, suciedad, barro y materiales sueltos o perjudiciales. Para ello se utilizarán barredoras mecánicas o máquinas de aire a presión; en los lugares inaccesibles a estos equipos se podrán emplear escobas de mano. Se cuidará especialmente de limpiar los bordes de la zona a imprimir. Una vez limpia la superficie, se regará ligeramente con agua, sin saturarla.

Aplicación del ligante hidrocarbonado

Cuando la superficie a imprimir mantenga aún cierta humedad, se aplicará el ligante

hidrocarbonado con la dotación y a la temperatura aprobadas por el Fiscalizador. Éste podrá dividir la dotación total en dos (2) aplicaciones, si así lo requiere la correcta ejecución del riego. La extensión del ligante hidrocarbonado se efectuará de manera uniforme, evitando duplicarla en las juntas transversales de trabajo. Para ello, se colocarán, bajo los difusores, tiras de papel u otro material en las zonas donde se comience o interrumpa el riego. Donde fuera preciso regar por franjas, se procurará una ligera superposición del riego en la unión de dos contiguas. La temperatura de aplicación del ligante será tal, que su viscosidad esté comprendida entre veinte y cien segundos Saybolt Furol (20 a 100 sSF), en el caso de que se emplee un betún fluidificado para riegos de imprimación, o entre cinco y veinte segundos Saybolt Furol (5 a 20 sSF), en el caso de que se emplee una emulsión bituminosa. Se protegerán, para evitar mancharlos de ligante, cuantos elementos tales como bordillos, vallas, señales, balizas, árboles, etc.- estén expuestos a ello.

Extensión del árido de cobertura

La eventual extensión del árido de cobertura se realizará, por orden del Fiscalizador, cuando sea preciso hacer circular vehículos sobre la imprimación o donde se observe que, parte de ella, está sin absorber veinticuatro horas (24 h) después de extendido el ligante. La extensión del árido de cobertura se realizará por medios mecánicos de manera uniforme y con la dotación aprobada por el Fiscalizador. En el momento de su extensión, el árido no deberá contener más de un dos por ciento (2%) de agua libre, este límite podrá elevarse al cuatro por ciento (4%), si se emplea emulsión bituminosa. Se evitará el contacto de las ruedas de la extendedora con ligante sin cubrir. Si hubiera que extender árido sobre una franja imprimada, sin que lo hubiera sido la adyacente, se dejará sin cubrir una zona de aquella de unos veinte centímetros (20 cm) de anchura, junto a la superficie que todavía no haya sido tratada.

Forma de Pago

Las cantidades de obra que hayan sido determinadas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios señalados en el contrato, considerando los rubros abajo designados. Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación previa de la superficie por imprimarse; el suministro, transporte, calentamiento y distribución del material asfáltico; el suministro, transporte y distribución de la arena para protección y secado; así como por mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la realización del trabajo descrito en esta sección

Rubro:

Hormigón Asfáltico MC para Imprimación.....

Metro Cuadrado (m2)

Capa de Rodadura de Mezcla Asfáltica en planta de espesor de 4''=10 cm

Descripción

Este proyecto implicará la construcción de capas de rodadura compuestas por hormigón asfáltico, compuesto por agregados según la granulometría especificada, relleno mineral cuando sea necesario y material asfáltico. La mezcla se realizará en caliente en una planta central y se colocará sobre una base preparada adecuadamente o sobre un pavimento existente, conforme a lo establecido en los documentos contractuales.

Materiales

El tipo y grado del material asfáltico que se utilizará en la mezcla estarán definidos en el contrato, siendo principalmente cemento asfáltico con un grado de penetración de 60 a 70. En casos de vías destinadas a tráfico liviano o medio, se permitirá el uso de cemento asfáltico 85-100. Para vías o carriles especiales que anticipen un tráfico muy pesado, se aceptará el uso de cementos asfálticos mejorados.

Equipo de transporte:

Los vehículos utilizados para transportar el hormigón asfáltico serán camiones volquete con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Antes de su uso, los cajones deben ser meticulosamente limpiados y recubiertos con aceite u otro material aprobado para prevenir la adherencia de la mezcla al metal. Una vez cargada, la mezcla se protegerá con una cubierta de lona para evitar la pérdida de calor y la contaminación con polvo u otras impurezas del entorno.

Equipo de distribución de la mezcla:

La distribución del hormigón asfáltico en la carretera se llevará a cabo mediante una máquina terminadora autopropulsada capaz de distribuir la mezcla de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados. Estas máquinas contarán con una tolva delantera lo suficientemente grande para recibir la mezcla del camión volquete; trasladarán la mezcla al cajón posterior, que contendrá un tornillo sinfín para distribuirla uniformemente en todo el ancho, con regulación ajustable. También tendrán una plancha enrasadora vibrante para igualar y compactar la mezcla, con ajuste de altura y pendiente para lograr la sección transversal especificada.

La descarga de la mezcla en la tolva de la terminadora se realizará con cuidado para evitar golpes de los camiones que puedan causar movimientos bruscos afectando la calidad de la superficie terminada. Para ajustar secciones irregulares o corregir pequeños defectos, especialmente en los bordes, se emplearán rastrillos manuales de metal y madera proporcionados por el Contratista.

Equipo de compactación:

El equipo de compactación podrá incluir rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios con fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. El número necesario dependerá de la superficie y el espesor de la mezcla en condiciones trabajables. Los rodillos lisos de tres ruedas deberán tener un peso entre 10 y 12 toneladas, y los tándems entre 8 y 10 toneladas. Los rodillos neumáticos serán de llantas lisas y tendrán una carga por rueda y presión de inflado adecuadas para el espesor de la carpeta, con un mínimo de 1.000 Kg por rueda y presión de inflado de 6.0 Kg/cm² para carpetas de 5 cm de espesor compactado.

Procedimiento de Trabajo

Procedimiento de Formulación de la Mezcla

Antes de cualquier preparación de hormigón asfáltico destinado a la obra, el Contratista debe presentar al Fiscalizador el diseño de la fórmula maestra de obra, elaborada a partir del estudio de los materiales propuestos para su utilización. El Fiscalizador realizará las revisiones y verificaciones necesarias para autorizar la producción de la mezcla asfáltica. La preparación de todo el hormigón asfáltico debe realizarse de acuerdo con esta fórmula maestra, dentro de las tolerancias aceptadas, a menos que sea necesario modificarla durante la ejecución del trabajo debido a variaciones en los materiales.

La fórmula maestra especificará:

- 1) Las cantidades de las diversas fracciones definidas para los agregados.
- 2) El porcentaje de material asfáltico para la dosificación, en relación al peso total de todos los agregados, incluyendo el relleno mineral y los aditivos para el asfalto, si se utilizan.
- 3) La temperatura que debe tener el hormigón al salir de la mezcladora.
- 4) La temperatura que debe tener la mezcla al ser colocada en el sitio.

Dosificación y Mezclado:

Los agregados destinados a las mezclas de hormigón asfáltico deberán almacenarse por separado en tolvas individuales antes de ingresar a la planta. La disposición de las diferentes fracciones de los agregados requerirá la aprobación del Fiscalizador por parte del Contratista. Para el almacenamiento y transporte de los agregados desde estas tolvas hasta el secador de la planta, se utilizarán medios que prevengan la segregación o degradación de las diversas fracciones.

Los agregados se secarán en el horno secador durante el tiempo y a la temperatura necesarios para reducir la humedad a un máximo del 1%. En el momento de la mezcla, se verificará que los núcleos de los agregados cumplan con este requisito. El calentamiento se llevará a cabo de manera uniforme y gradual para evitar cualquier deterioro de los agregados. Luego, los agregados secos y calientes serán transferidos a las tolvas de recepción en la planta asfáltica, donde se dosificarán en sus distintas fracciones según la fórmula maestra de obra para ser introducidos en la mezcladora.

a) Dosificación: El Contratista deberá disponer del número necesario de tolvas para obtener una granulometría que cumpla con los requerimientos del tipo de mezcla asfáltica especificada para el proyecto respectivo. En caso necesario, se podrá utilizar relleno mineral, almacenándolo en un compartimiento cerrado y alimentándolo directamente a la mezcladora a través de la balanza para el pesaje independiente de los agregados, en el caso de utilizar plantas mezcladoras por paradas. En el caso de una planta de mezcla continua, el relleno mineral se introducirá directamente en la mezcladora mediante una alimentadora continua eléctrica o mecánica, con medios de calibración y regulación de cantidad.

b) Mezclado: La mezcla de los agregados y el asfalto se llevará a cabo en una planta central de mezcla continua o por paradas. Dependiendo del caso, la dosificación de los agregados y el asfalto podrá realizarse por volumen o peso. La cantidad de agregados y asfalto a mezclar estará dentro de los límites de capacidad establecidos por el fabricante de la planta para la carga de cada parada o la tasa de alimentación en las mezcladoras continuas. No

obstante, si existen lugares donde los materiales no se agitan suficientemente para lograr una mezcla uniforme, se deberá reducir la cantidad de materiales para cada mezcla.

La temperatura del cemento asfáltico al momento de la mezcla estará entre 135 °C y 160 °C, mientras que la temperatura de los agregados al recibir el asfalto deberá oscilar entre 120 °C y 160 °C. En ninguna circunstancia se introducirá en la mezcladora el árido a una temperatura mayor en más de 10 °C que la temperatura del asfalto. El tiempo de mezclado de una carga se medirá desde que el cajón de pesaje comience a descargar los agregados en la mezcladora hasta que se descargue la mezcla, debiendo ser suficiente para que todos los agregados estén recubiertos del material bituminoso y se obtenga una mezcla uniforme, generalmente utilizando un tiempo de alrededor de un minuto.

Forma de Pago

Las cantidades determinadas según las modalidades establecidas en el numeral anterior serán compensadas de acuerdo con los precios estipulados en el contrato para los siguientes conceptos. Estos precios y pagos representarán la compensación total por el suministro de los agregados y el asfalto, la preparación en planta en caliente del hormigón asfáltico, el transporte, la distribución, terminación y compactación de la mezcla, así como la limpieza de la superficie destinada a recibir el hormigón asfáltico. Además, abarcarán la remuneración por la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y las operaciones relacionadas con la finalización de los trabajos descritos en esta sección.

Rubro:

Capa de rodadura de H. asfáltico mezclado en planta de e= 10 cmMetro cuadrado (m²)

SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Señalización Horizontal: Líneas Longitudinales y Tachas

La señalización horizontal incluye marcas viales y delineadores, cuya función es complementar las reglamentaciones o proporcionar información adicional a otros dispositivos de tránsito, así como transmitir mensajes. Los colores de las señalizaciones de pavimento longitudinal se rigen por los siguientes conceptos fundamentales:

- Líneas amarillas indican:
 - Separación de tráfico en direcciones opuestas.
 - Restricciones.
 - Borde izquierdo de la vía (en caso de parterre).

- Líneas blancas indican:
 - Separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
 - Borde derecho de la vía (berma).
 - Zonas de estacionamiento.
 - Proximidad a un cruce de cebra.

Conforme a la norma "RTE INEN 004-2:2011. Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal", las marcas viales pueden ser:

- Líneas de separación de carriles: Contribuyen a ordenar el tráfico y permiten un uso más seguro y eficiente de las vías. Estas líneas separan flujos de tránsito en la misma dirección y son de color blanco. Pueden ser segmentadas o continuas.

- Línea segmentada en vías de dos carriles: La relación entre el tramo demarcado y la brecha de una línea de separación de carril segmentada varía según la velocidad máxima de la vía. Son de color blanco.

- Líneas de separación de carril continuas: Son continuas a 20,00 m antes de la línea de PARE o CEDA EL PASO.

- Líneas de borde de calzada: Indican el borde de la calzada y son blancas en el lado derecho y amarillas en el lado izquierdo del sentido de flujo vehicular. El ancho mínimo es de 150 mm.

- Líneas transversales: Se utilizan en cruces para indicar donde los vehículos deben detenerse, ceder el paso o reducir la velocidad, y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o bicicletas. Pueden ser continuas y/o segmentadas y son de color blanco.

Según la función que desempeñan, las líneas transversales se clasifican en:

- Líneas de pare: Línea continua ante la cual los vehículos deben detenerse. En vías con velocidades máximas permitidas iguales o inferiores a 50 km/h, el ancho debe ser de 400 mm; en vías con velocidades superiores, el ancho es de 600 mm.

Rubro:

Señalización Horizontal; Líneas Longitudinales y tachasUnidades (u)

SEÑALIZACIÓN

VERTICAL

Señalización Vertical: Código R, P, I, D

En esta sección se abordan los criterios de implementación, ubicación y dimensiones de las señales, carteles y paneles complementarios utilizados. En términos generales, los criterios para la colocación de las señales principales se detallan a continuación:

Las señales regulatorias (código R) informan a los usuarios de las vías acerca de las prioridades en su uso, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. El incumplimiento de estas señales constituye una infracción a la Ley y al Reglamento de Tránsito.

Algunas de las señales utilizadas incluyen:

- R1-1 "PARE", ubicada en las intersecciones de los viales transversales con las vías de servicio, acompañada de la señalización horizontal "línea de pare".

- I1-5c3 "SEÑALES DE SALIDA", que incluye leyenda de destino, código de ruta, mensaje y flecha de salida.

- R4-1 "LÍMITE MÁXIMO DE VELOCIDAD", instalada en zonas donde la velocidad está limitada a un valor diferente al de la velocidad de la vía.

Rubro

Señalización Vertical: Código R, P, I, DUnidades (u)

ANEXO A

LIBRETA DE

REPLANTEO PARA EL

DISEÑO HORIZONTAL

DE LA VÍA

PI	1	α (°)	17,490	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,14
G	17	Decimales	17°29'23,99"		
M	29	α definitivo (°)	17,49	$\alpha/2$ (°)	8,75
S	24	Lc (m)	64,10		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE								
OBRA:	CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM	LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO			FECHA:	dic-23	
UBICACIÓN:	CANTÓN NARANJITO					HOJA:	1/1	
ABSCISA	Distancia		4 de Replanteo					
	Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
			°	'	"	°	'	"
Pc1 = 0 + 014 ²⁶		0				0	0	0
	5,74		0	46	59			
0 + 020		5,74				0	46	59
	20		2	43	43			
0 + 040		25,74				3	30	42
	20		2	43	43			
0 + 060		45,74				6	14	25
	18,36		2	30	17			
Pt1 = 0 + 078 ³⁶		64,10				8	44	42
			8	44	42			

PI	3	α (°)	3,37	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,10
G	3	Decimales	3°22'12"		
M	22	α definitivo (°)	3,37	$\alpha/2$ (°)	1,69
S	12	Lc (m)	16,16		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE								
OBRA:	CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM	LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO			FECHA:	dic-23	
UBICACIÓN:	CANTÓN NARANJITO					HOJA:	1/1	
ABSCISA	Distancia		4 de Replanteo					
	Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
			°	'	"	°	'	"
Pc3 = 1 + 262 ⁴¹		0				0	0	0
	16,16		1	41	6			
Pt3 = 1 + 278 ⁵⁷		16,16				1	41	6
			1	41	6			

PI	4	α (°)	4,97	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,10
G	4	Decimales	4°58'11,99"		
M	58	α definitivo (°)	4,97	$\alpha/2$ (°)	2,49
S	12	Lc (m)	23,85		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE									
OBRA:		CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM	LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO	FECHA:	dic-23			
UBICACIÓN:		CANTÓN NARANJITO			HOJA:	1/1			
Pc (m)	ABSCISA	Distancia		4 de Replanteo					
		Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
				°	'	"	°	'	"
1330,91	Pc4 = 1 + 330 ⁹¹		0	0	56	50	0	0	0
	1 + 340	9,09	9,09	0	56	50	0	56	50
Pt (m)		14,76		1	32	16			
1354,76	Pt4 = 1 + 354 ⁷⁶		23,85	2	29	6	2	29	6
				2	29	6			

PI	6	α (°)	8,42	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,14
G	8	Decimales	8°25'11,99"		
M	25	α definitivo (°)	8,42	$\alpha/2$ (°)	4,21
S	12	Lc (m)	30,86		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE									
OBRA:		CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM	LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO	FECHA:	dic-23			
UBICACIÓN:		CANTÓN NARANJITO			HOJA:	1/1			
Pc (m)	ABSCISA	Distancia		4 de Replanteo					
		Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
				°	'	"	°	'	"
1805,68	Pc6 = 1 + 805 ⁶⁸		0	0	0	0	0	0	0
	1 + 820	14,32	14,32	1	57	13	1	57	13
Pt (m)		16,54		2	15	23			
1836,54	Pt6 = 1 + 836 ⁵⁴		30,86	4	12	36	4	12	36
				4	12	36			

PI	7	α (°)	30,84	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,68
G	30	Decimales	30°50'23,99"		
M	50	α definitivo (°)	30,84	$\alpha/2$ (°)	15,42
S	24	Lc (m)	22,61		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE									
OBRA:		CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM		LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO	FECHA:	dic-23		
UBICACIÓN:		CANTÓN NARANJITO				HOJA:	1/1		
Pc (m)	ABSCISA	Distancia			4 de Replanteo				
		Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
					°	'	"	°	'
1850,25	Pc7 = 1 + 850 ²⁵		0				0	0	0
		9,75		6	38	58			
	1 + 860		9,75				6	38	58
Pt (m)		12,86		8	46	14			
1872,86	Pt7 = 1 + 872 ⁸⁶		22,61				15	25	12
				15	25	12			

PI	8	α (°)	22,5	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,68
G	22	Decimales	22°30'0"		
M	30	α definitivo (°)	22,50	$\alpha/2$ (°)	11,25
S	0	Lc (m)	16,50		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE									
OBRA:		CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM		LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO	FECHA:	dic-23		
UBICACIÓN:		CANTÓN NARANJITO				HOJA:	1/1		
Pc (m)	ABSCISA	Distancia			4 de Replanteo				
		Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
					°	'	"	°	'
1873,06	Pc8 = 1 + 873 ⁶		0				0	0	0
		6,94		4	43	55			
	1 + 880		6,94				4	43	55
Pt (m)		9,56		6	31	5			
1889,56	Pt8 = 1 + 889 ⁵⁶		16,50				11	15	0
				11	15	0			

PI	9	α (°)	3,2	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,10
G	3	Decimales	3°12'0"		
M	12	α definitivo (°)	3,20	$\alpha/2$ (°)	1,60
S	0	Lc (m)	15,35		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE									
OBRA:		CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM	LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO	FECHA:	dic-23			
UBICACIÓN:		CANTÓN NARANJITO			HOJA:	1/1			
Pc (m)	ABSCISA	Distancia		4 de Replanteo					
		Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
				°	'	"	°	'	"
2357,91	Pc9 = 2 + 357 ⁹¹		0	0	13	4	0	0	0
	2 + 360	2,09	2,09	0	13	4	0	13	4
Pt (m)		13,26		1	22	56			
2373,26	Pt9 = 2 + 373 ²⁶		15,35	1	36	0	1	36	0
				1	36	0			

PI	10	α (°)	4,08	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,10
G	4	Decimales	4°4'48"		
M	4	α definitivo (°)	4,08	$\alpha/2$ (°)	2,04
S	48	Lc (m)	19,57		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE									
OBRA:		CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM	LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO	FECHA:	dic-23			
UBICACIÓN:		CANTÓN NARANJITO			HOJA:	1/1			
Pc (m)	ABSCISA	Distancia		4 de Replanteo					
		Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
				°	'	"	°	'	"
2398,25	Pc10 = 2 + 398 ²⁵		0	0	10	57	0	0	0
	2 + 400	1,75	1,75	0	10	57	0	10	57
Pt (m)		17,82		1	51	27			
2417,82	Pt10 = 2 + 417 ⁸²		19,57	2	2	24	2	2	24
				2	2	24			

PI	11	α (°)	17,650	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,14
G	17	Decimales	17°38'59,99"		
M	38	α definitivo (°)	17,65	$\alpha/2$ (°)	8,83
S	60	Lc (m)	64,67		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE									
OBRA:		CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM	LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO	FECHA:	dic-23			
UBICACIÓN:		CANTÓN NARANJITO			HOJA:	1/1			
Pc (m)	ABSCISA	Distancia		4 de Replanteo					
		Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
				°	'	''	°	'	''
2594,72	Pc11 = 2 + 594 ⁷²		0	0	43	14	0	0	0
		5,28		0	43	14			
	2 + 600		5,28	0	43	14	0	43	14
		20		2	43	45			
	2 + 620		25,28	3	26	59	3	26	59
		20		2	43	45			
	2 + 640		45,28	6	10	44	6	10	44
Pt (m)		19,39		2	38	46			
2659,39	Pt11 = 2 + 659 ³⁹		64,67	8	49	30	8	49	30
				8	49	30			

PI	12	α (°)	49,340	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,68
G	49	Decimales	49°20'24"		
M	20	α definitivo (°)	49,34	$\alpha/2$ (°)	24,67
S	24	Lc (m)	36,17		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE									
OBRA:		CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM	LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO	FECHA:	dic-23			
UBICACIÓN:		CANTÓN NARANJITO			HOJA:	1/1			
Pc (m)	ABSCISA	Distancia		4 de Replanteo					
		Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado		
				°	'	''	°	'	''
2667,28	Pc12 = 2 + 667 ²⁸		0	0	40	33	0	0	0
		12,72		8	40	33			
	2 + 680		12,72	8	40	33	8	40	33
		20		13	38	28			
	2 + 700		32,72	22	19	1	22	19	1
Pt (m)		3,45		2	38	46			
2703,45	Pt12 = 2 + 703 ⁴⁵		36,17	24	40	12	24	40	12
				24	40	12			

PI	13	α (°)	72,240	$\Delta\alpha$ (°/m)	0,68
G	72	Decimales	72°14'23,99"		
M	14	α definitivo (°)	72,24	$\alpha/2$ (°)	36,12
S	24	Lc (m)	52,95		

LIBERTA DE REPLANTEO DE CURVA HORIZONTAL SIMPLE										
OBRA:		CARRETERA PERIMETRAL CANTÓN NARANJITO L = 2.7 KM	LEVANTAMIENTO POR:	JHON FRANCO			FECHA:	dic-23		
UBICACIÓN:		CANTÓN NARANJITO					HOJA:	1/1		
Pc (m)	ABSCISA	Distancia		4 de Replanteo						
		Parcial	Acumulado	Parcial			Acumulado			
				°	'	"	°	'	"	
2705,64	Pc13 = 2 + 705 ⁶⁴		0				0	0	0	
		14,36		9	47	45				
	2 + 720		14,36				9	47	45	
		20		13	38	35				
	2 + 740		34,36				23	26	20	
Pt (m)		18,59		2	21	11				
2758,59	Pt13 = 2 + 758 ⁵⁹		52,95				36	7	12	
				36	7	12				

ANEXO B

LIBRETA DE

REPLANTEO PARA EL

DISEÑO VERTICAL DE

LA VÍA

Piv	2	115	m
Cota PI	44,65		m
m1 (+/-)	0,5		%
m2 (+/-)	-0,5		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	1		
S1	135,99		m
S2	133,53		m
S	135,99		m
S escogido	140		m
Curva	Convexa		
Lcv	46,01		m
Lcv escogido	50		m
Abs Pcv	90		m
Cota Pcv	44,53		m
Abs Ptv	140		m
Cota Ptv	44,525		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Convexa N°			2	Pi	115
Cota		44,65		Hoja:	1/1
90	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
100	Pcv2 = 0 + 090	0,5	44,53	0,000	44,53
115	0 + 100	0,5	44,58	0,010	44,57
120	0 + 115	0,5	44,65	0,063	44,59
140	0 + 120	-0,5	44,63	0,040	44,59
	Ptv2 = 0 + 140	-0,5	44,53	0,000	44,53

Piv	3	175	m
Cota PI	44,35		m
m1 (+/-)	-0,5		%
m2 (+/-)	0,5		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	1		
S1	133,53		m
S2	135,99		m
S	135,99		m
S escogido	140		m
Curva	Cónca		
Lcv	32,03		m
Lcv escogido	50		m
Abs Pcv	150		m
Cota Pcv	44,48		m
Abs Ptv	200		m
Cota Ptv	44,475		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Cónca N°			3	Pi	175
Cota		44,35		Hoja:	1/1
150	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
160	Pcv3 = 0 + 150	-0,5	44,48	0,000	44,48
175	0 + 160	-0,5	44,43	0,010	44,44
180	0 + 175	-0,5	44,35	0,063	44,41
200	0 + 180	0,5	44,38	0,040	44,42
	Ptv3 = 0 + 200	0,5	44,48	0,000	44,48

Piv	4	230	m
Cota PI	44,63		m
m1 (+/-)	0,5		%
m2 (+/-)	-0,5		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	1		
S1	135,99		m
S2	133,53		m
S	135,99		m
S escogido	140		m
Curva	Convexa		
Lcv	46,01		m
Lcv escogido	50		m
Abs Pcv	205		m
Cota Pcv	44,51		m
Abs Ptv	255		m
Cota Ptv	44,505		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Convexa N°			4	Pi	230
Cota		44,63		Hoja:	1/1
	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
205	Pcv4 = 0 + 205	0,5	44,51	0,000	44,51
220	0 + 220	0,5	44,58	0,023	44,56
240	0 + 230	0,5	44,63	1,960	42,67
255	0 + 240	-0,5	44,58	0,023	44,56
	Ptv4 = 0 + 255	-0,5	44,51	0,000	44,51

Piv	5	380	m
Cota PI	43,88		m
m1 (+/-)	-0,5		%
m2 (+/-)	0,5		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	1		
S1	133,53		m
S2	135,99		m
S	135,99		m
S escogido	140		m
Curva	Cóncava		
Lcv	32,03		m
Lcv escogido	40		m
Abs Pcv	360		m
Cota Pcv	43,98		m
Abs Ptv	400		m
Cota Ptv	43,98		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Cóncava N°			5	Pi	380
Cota		43,88		Hoja:	1/1
	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
360	Pcv5 = 0 + 360	-0,5	43,98	0,000	43,98
380	0 + 380	-0,5	43,88	0,050	43,93
400	Ptv5 = 0 + 400	0,5	43,98	0,000	43,98

Piv	7	580	m
Cota PI	43,98		m
m1 (+/-)	-0,25		%
m2 (+/-)	-0,4		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	0,15		
S1	134,13		m
S2	133,77		m
S	134,13		m
S escogido	140		m
Curva	Convexa		
Lcv	6,90		m
Lcv escogido	40		m
Abs Pcv	560		m
Cota Pcv	44,03		m
Abs Ptv	600		m
Cota Ptv	43,9		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Convexa N°			7	Pi	580
Cota		43,98		Hoja:	1/1
	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
560	Pcv7 = 0 + 560	-0,25	44,03	0,000	44,03
580	0 + 580	-0,25	43,98	0,008	43,97
600	Ptv7 = 0 + 600	-0,4	43,90	0,000	43,90

Piv	8	760	m
Cota PI	43,26		m
m1 (+/-)	-0,4		%
m2 (+/-)	-0,2		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	0,2		
S1	133,77		m
S2	134,25		m
S	134,25		m
S escogido	140		m
Curva	Cóncava		
Lcv	6,41		m
Lcv escogido	40		m
Abs Pcv	740		m
Cota Pcv	43,34		m
Abs Ptv	780		m
Cota Ptv	43,22		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Cóncava N°			8	Pi	760
Cota			43,26	Hoja:	1/1
	Abcisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
740					
760	Pcv8 = 0 + 740	-0,4	43,34	0,000	43,34
780	0 + 760	-0,4	43,26	0,010	43,27
	Ptv8 = 0 + 780	-0,2	43,22	0,000	43,22

Piv	9	1030	m
Cota PI	42,72		m
m1 (+/-)	-0,2		%
m2 (+/-)	-0,5		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	0,3		
S1	134,25		m
S2	133,53		m
S	134,25		m
S escogido	140		m
Curva	Convexa		
Lcv	13,80		m
Lcv escogido	20		m
Abs Pcv	1020		m
Cota Pcv	42,74		m
Abs Ptv	1040		m
Cota Ptv	42,67		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Convexa N°			9	Pi	1030
Cota			42,72	Hoja:	1/1
	Abcisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
1020					
1030	Pcv9 = 1+020	-0,2	42,74	0,000	42,74
1040	1+030	-0,2	42,72	0,008	42,71
	Ptv9 = 1+040	-0,5	42,67	0,000	42,67

Piv	10	1320	m
Cota PI	41,27		m
m1 (+/-)	-0,5		%
m2 (+/-)	0,03		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	0,53		
S1	133,53		m
S2	134,81		m
S	134,81		m
S escogido	140		m
Curva	Cóncava		
Lcv	16,97		m
Lcv escogido	30		m
Abs Pcv	1305		m
Cota Pcv	41,35		m
Abs Ptv	1335		m
Cota Ptv	41,2745		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Cóncava N°			10	Pi	1320
Cota		41,27		Hoja:	1/1
	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
1305	Pcv10 = 1 + 305	-0,5	41,35	0,000	41,35
1320	1+320	-0,5	41,27	0,020	41,29
1335	Ptv10 = 1 + 335	0,03	41,27	0,000	41,27

Piv	11	1560	m
Cota PI	41,35		m
m1 (+/-)	0,03		%
m2 (+/-)	-0,5		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	0,53		
S1	134,81		m
S2	133,53		m
S	134,81		m
S escogido	140		m
Curva	Convexa		
Lcv	24,38		m
Lcv escogido	30		m
Abs Pcv	1545		m
Cota Pcv	41,35		m
Abs Ptv	1575		m
Cota Ptv	41,275		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Convexa N°			11	Pi	1560
Cota		41,35		Hoja:	1/1
	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
1545	Pcv11 = 1 + 545	0,03	41,35	0,000	41,35
1560	1+560	0,03	41,35	0,020	41,33
1575	Ptv11 = 1 + 575	-0,5	41,28	0,000	41,28

Piv	12	1858	m
Cota PI	39,88		m
m1 (+/-)	-0,5		%
m2 (+/-)	-0,1		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	0,4		
S1	133,53		m
S2	134,49		m
S	134,49		m
S escogido	140		m
Curva	Cóncava		
Lcv	12,81		m
Lcv escogido	30		m
Abs Pcv	1843		m
Cota Pcv	39,96		m
Abs Ptv	1873		m
Cota Ptv	39,865		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Cóncava N°			12	Pi	1858
Cota		39,88		Hoja:	1/1
	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
1843	Pcv12 = 1 + 843	-0,5	39,97	0,000	39,97
1860	1+860	-0,5	39,88	0,019	39,90
1873	Ptv12 = 1 + 873	-0,1	39,87	0,000	39,87

Piv	13	2134	m
Cota PI	39,6		m
m1 (+/-)	-0,1		%
m2 (+/-)	-0,05		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	0,05		
S1	134,49		m
S2	134,62		m
S	134,62		m
S escogido	140		m
Curva	Cóncava		
Lcv	1,60		m
Lcv escogido	12		m
Abs Pcv	2128		m
Cota Pcv	39,61		m
Abs Ptv	2140		m
Cota Ptv	39,597		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Cóncava N°			13	Pi	2134
Cota		39,6		Hoja:	1/1
2128	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
2134	Pcv13 = 2 + 128	-0,1	39,61	0,000	39,61
2140	2+134	-0,1	39,60	0,001	39,60
	Ptv13 = 2 + 140	-0,05	39,60	0,000	39,60

Piv	14	2517	m
Cota PI	39,41		m
m1 (+/-)	-0,05		%
m2 (+/-)	1		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	1,05		
S1	134,62		m
S2	137,28		m
S	137,28		m
S escogido	140		m
Curva	Cóncava		
Lcv	33,63		m
Lcv escogido	50		m
Abs Pcv	2492		m
Cota Pcv	39,42		m
Abs Ptv	2542		m
Cota Ptv	39,66		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Cóncava N°			14	Pi	2517
Cota		39,41		Hoja:	1/1
2492	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
2517	Pcv14 = 2 + 492	-0,05	39,42	0,000	39,42
2520	2+517	-0,05	39,41	0,066	39,48
2542	2+520	1	39,44	0,015	39,46
	Ptv14 = 2 + 542	1	39,66	0,000	39,66

Piv	15	2610	m
Cota PI	40,34		m
m1 (+/-)	1		%
m2 (+/-)	-2,5		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	3,5		
S1	137,28		m
S2	129,03		m
S	137,28		m
S escogido	140		m
Curva	Convexa		
Lcv	161,03		m
Lcv escogido	130		m
Abs Pcv	2545		m
Cota Pcv	39,69		m
Abs Ptv	2675		m
Cota Ptv	38,715		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Convexa N°			15	Pi	2610
Cota		40,34		Hoja:	1/1
2545	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
2560	Pcv15 = 2 + 545	1	39,69	0,000	39,69
2580	2 + 560	1	39,84	0,030	39,81
2600	2 + 580	1	40,04	0,165	39,88
2610	2 + 600	1	40,24	0,407	39,83
2620	2 + 610	1	40,34	0,569	39,77
2640	2 + 620	-2,5	40,09	0,407	39,68
2660	2 + 640	-2,5	39,59	0,165	39,43
2675	2 + 660	-2,5	39,09	0,030	39,06
	Ptv40 = 2 + 675	-2,5	38,72	0,000	38,72

Piv	16	2688	m
Cota PI	38,38		m
m1 (+/-)	-2,5		%
m2 (+/-)	0		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	2,5		
S1	129,03		m
S2	134,74		m
S	134,74		m
S escogido	140		m
Curva	Cóncava		
Lcv	80,07		m
Lcv escogido	24		m
Abs Pcv	2676		m
Cota Pcv	38,68		m
Abs Ptv	2700		m
Cota Ptv	38,38		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Cóncava N°			16	Pi	2688
Cota			38,38	Hoja:	1/1
	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
2676	Pcv16 = 2 + 676	-2,5	38,68	0,000	38,68
2688	2 + 688	-2,5	38,38	0,075	38,46
2700	Ptv16 = 2 + 700	0	38,38	0,000	38,38

Piv	17	2720	m
Cota PI	38,38		m
m1 (+/-)	0		%
m2 (+/-)	8		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	8		
S1	134,74		m
S2	160,99		m
S	160,99		m
S escogido	140		m
Curva	Cóncava		
Lcv	256,21		m
Lcv escogido	24		m
Abs Pcv	2708		m
Cota Pcv	38,38		m
Abs Ptv	2732		m
Cota Ptv	39,34		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Cóncava N°			17	Pi	2720
Cota			38,38	Hoja:	1/1
	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
2708	Pcv17 = 2 + 708	0	38,38	0,000	38,38
2720	2 + 720	0	38,38	0,240	38,62
2732	Ptv17 = 2 + 732	8	39,34	0,000	39,34

Piv	18	2740	m
Cota PI	38,38		m
m1 (+/-)	8		%
m2 (+/-)	-2		%
Vd	80		km/h
f	0,32		
A	10		
S1	160,99		m
S2	130,11		m
S	160,99		m
S escogido	140		m
Curva	Convexa		
Lcv	460,09		m
Lcv escogido	14		m
Abs Pcv	2733		m
Cota Pcv	37,82		m
Abs Ptv	2747		m
Cota Ptv	38,24		m

CÁLCULO DE CURVA VERTICAL					
Curva Convexa N°			18	Pi	2740
Cota			38,38	Hoja:	1/1
	Abscisa (m)	m (%)	Cota sobre tangente (m)	y (m)	Cota sobre la curva (m)
2733	Pcv18 = 2 + 733	8	37,82	0,000	37,82
2740	2 + 740	8	38,38	0,175	38,21
2747	Ptv18 = 2 + 747	-2	38,24	0,000	38,24

ANEXO C

APUS

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)						
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN				
1	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM				
CAPITULO	OBRAS PRELIMINARES	RUBRO	1,01			
DETALLE	Trazado y replanteo	UNIDAD	m2			
Rendimiento 1= 0,002 horas/m2						
Rendimiento 2= 500 m2/hora						
Rendimiento 3= 4000 m2/día						
1. EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)	1,00	0,05	0,05		0,04	
EQUIPO TOPOGRÁFICO	7,50	3,75	28,13	0,002	0,06	
SUB TOTAL (M)					0,10	
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
MAESTRO MAYOR	4,00	4,55	18,20	0,002	0,04	
PEÓN	25,00	4,05	101,25	0,002	0,22	
CARPINTERO	10,00	4,10	41,00	0,002	0,09	
TOPÓGRAFO	10,00	4,55	45,50	0,002	0,10	
SUB TOTAL (N)					0,45	
3. MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUB TOTAL (O)					-	
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUB TOTAL (P)					-	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0,55	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20%	0,11
		OTROS INDIRECTOS			0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$				0,66

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)						
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN				
1	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM				
CAPITULO	OBRAS PRELIMINARES	RUBRO	1,02			
DETALLE	Desbroce y Limpieza	UNIDAD	m2			
Rendimiento 1= 0,005 hora/m2						
Rendimiento 2= 200 m2/hora						
Rendimiento 3= 1600 m2/día						
1. EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
TRACTOR DE ORUGAS	2,00	70,00	140,00	0,005	0,02	
MOTOSIERRA 7 HP	7,00	1,25	8,75	0,005	0,00	
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O)					0,05	
SUB TOTAL (M)					0,06	
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
OP. TRACTOR CARRIL (GRUPO I)	2,00	4,55	9,10	0,010	0,09	
ENGRASADOR O ABASTECEDOR	2,00	4,10	8,20	0,010	0,08	
PEON	7,00	4,05	28,35	0,010	0,28	
SUB TOTAL (N)					0,45	
3. MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUB TOTAL (O)					-	
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUB TOTAL (P)					-	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0,51	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20%	0,10
		OTROS INDIRECTOS			0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO			USD. \$	0,61

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)					
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN			
1	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM			
CAPITULO	OBRAS PRELIMINARES	RUBRO		1,03	
DETALLE	Resanteo de la Subrasante	UNIDAD		m2	
Rendimiento 1= 0,005 hora/m2					
Rendimiento 2= 200 m2/hora					
Rendimiento 3= 1600 m2/día					
1. EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
Motoniveladora	1,00	56,00	56,00	0,005	0,28
Rodillo vibratorio	1,00	30,00	30,00	0,005	0,15
Tanquero	1,00	30,00	30,00	0,005	0,15
SUB TOTAL (M)					0,58
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
Peón	1,00	4,05	4,05	0,010	0,04
Operador de equipo pesado	1,00	4,55	4,55	0,010	0,05
Chofer profesional licencia E	1,00	5,95	5,95	0,010	0,06
SUB TOTAL (N)					0,15
3. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Agua	m3	0,04	0,85	0,03	
SUB TOTAL (O)					0,03
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUB TOTAL (P)					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0,76
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20%
		OTROS INDIRECTOS			0%
		COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$			0,91

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)					
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN			
2	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM			
CAPITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS			RUBRO	2,01
DETALLE	Relleno compactado con material de mejoramiento			UNIDAD	m3
Rendimiento1= 0,010 hora/m3					
Rendimiento2=100 m3/hora					
Rendimiento 3 = 800 m3/día					
1. EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNITARIO D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.C)	1,00				0,06
Motoniveladora 135 HP	2,00	45,00	90,00	0,010	0,90
Rodillo vibratorio liso	2,00	38,00	76,00	0,010	0,76
SUB TOTAL (M)					1,72
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNITARIO D= C*R
Topografo	1,00	4,30	4,30	0,010	0,04
Operador	1,00	5,64	5,64	0,010	0,06
Peón	2,00	3,85	7,70	0,010	0,08
OP. MOTONIVELADORA	1,00	4,55	4,55	0,010	0,05
Albañil	1,00	4,10	4,10	0,010	0,04
SUB TOTAL (N)					0,27
3. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
Cascajo Grueso	m3	1,25	7,50	9,38	
SUB TOTAL (O)					9,38
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUB TOTAL (P)					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				11,37
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			20%	2,27
	OTROS INDIRECTOS			0%	-
	COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$				13,64

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)							
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN					
2	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM					
CAPITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS		RUBRO	2,02			
DETALLE	Transporte de material de mejoramiento		UNIDAD	m3-km			
Rendimiento 1 = 0,004 hora/m3-km							
Rendimiento 2 = 250 m3-km/hora							
Rendimiento 2 = 2000 m3-km/día							
1. EQUIPOS							
	DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
	Volqueta 8 m3	3,00	30,00	90,00	0,004	0,38	
SUB TOTAL (M)						0,38	
2. MANO DE OBRA							
	DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
SUB TOTAL (N)						-	
3. MATERIALES							
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
SUB TOTAL (O)						-	
4. TRANSPORTE							
	DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUB TOTAL (P)						-	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0,38	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES				20%	0,08
		OTROS INDIRECTOS				0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$					0,46

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)					
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN			
2	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM			
CAPITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS	RUBRO	2,03		
DETALLE	Suministro e instalación de Geomalla NTX 750 (entre base y sub-base y	UNIDAD	m2		
Rendimiento 1 = 0,003 hora/m2					
Rendimiento 2= 333 m2/hora					
Rendimiento 3 = 2664 m2/día					
1. EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNTARIO
	A	B	C= A*B	R	D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)			-		0,16
SUB TOTAL (M)					0,16
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
PEON	2,00	4,050	8,10	0,003	0,02
MAESTRO	2,00	4,330	8,66	0,003	0,03
SUB TOTAL (N)					0,05
3. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
GEOMALLA TIPO TENSAR NTX 750	u	1,05	3,74	3,93	
ESTACAS	u	2,00	0,15	0,30	
SUB TOTAL (O)					4,23
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUB TOTAL (P)					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			4,44	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES		20%	0,89	
	OTROS INDIRECTOS		0%	-	
	COSTO TOTAL PROPUESTO		USD. \$	5,33	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)					
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN			
2	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM			
CAPITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS	RUBRO	2,04		
DETALLE	Acabado de la obra Básica	UNIDAD	m2		
Rendimiento 1 = 0,06 hora/m2					
Rendimiento 2 = 17 m2/hora					
Rendimiento 3 = 136 m2/día					
1. EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.C)			-		-
MOTONIVELADORA 135 HP	1,00	45,00	45,00	0,060	2,70
RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP	1,00	38,00	38,00	0,060	2,28
SUB TOTAL (M)					4,98
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
SUB TOTAL (N)					-
3. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUB TOTAL (O)					-
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUB TOTAL (P)					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				4,98
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			20%	1,00
	OTROS INDIRECTOS			0%	-
	COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$				5,98

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)					
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN			
2	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM			
CAPITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS	RUBRO		2,05	
DETALLE	Base (e = 0,13 m)	UNIDAD		m3	
Rendimiento 1 = 0,025 horas/m3					
Rendimiento 2= 40 m3/hora					
Rendimiento 3= 320 m3/día					
1. EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)					0,08
MOTONIVELADORA 135 HP	1,00	47,00	47,00	0,0250	1,18
RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP	1,00	45,00	45,00	0,0250	1,13
SUB TOTAL (M)					2,39
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
OP. MOTONIVELADORA	1,00	4,55	4,55	0,040	0,18
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO	1,00	4,33	4,33	0,040	0,17
PEON	3,00	4,05	12,15	0,040	0,49
SUB TOTAL (N)					0,84
3. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
MAT. CRIBADO	m3	0,71	6,10	4,33	
MAT.UNIF.MEDIANO (BASE)	m3	0,47	17,00	7,99	
MAT. LIGANTE (RELLENO MINERAL)	m3	0,07	15,50	1,09	
SUB TOTAL (O)					13,41
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUB TOTAL (P)					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			16,64
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		20%	3,33
		OTROS INDIRECTOS		0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$			19,97

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)					
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN			
2	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM			
CAPITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS	RUBRO	2,06		
DETALLE	Sub-Base (e = 0,28 m)	UNIDAD	m3		
Rendimiento 1 = 0,025 hora/m3					
Rendimiento 2 = 40 m3/hora					
Rendimiento 3 = 320 m3/día					
1. EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
MOTONIVELADORA 135 HP	1,00	45,00	45,00	0,025	1,13
RODILLO VIBRATORIO LISO 142 HP	1,00	42,00	42,00	0,025	1,05
HERRAMIENTA MENOR (5% M.O.)					0,08
SUB TOTAL (M)					2,26
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
OP. MOTONIVELADORA (GRUPO I)	1,00	4,55	4,55	0,040	0,18
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO	1,00	4,33	4,33	0,040	0,17
PEON (E.O.E2)	5,00	4,05	20,25	0,040	0,81
SUB TOTAL (N)					1,17
3. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
MAT.GRANU.(EXPLOT. Y CARGADA)	m3	0,875	4,60	4,03	
MAT.UNIF.GRUESO (SUB-BASE) TRITURADO	m3	0,375	13,50	5,06	
SUB TOTAL (O)					9,09
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUB TOTAL (P)					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			12,51
		INDIRECTOS Y UTILIDADES		20%	2,50
		OTROS INDIRECTOS		0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO		USD. \$	15,01

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)					
CÓDIGO	HA DE CREAC	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN			
2	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM			
CAPITULO	MOVIMIENTO DE TIERRAS	RUBRO	2,07		
DETALLE	Transporte de Base y Sub-Base (55 km)	UNIDAD	m3-km		
Rendimiento 1 = 0,0046 hora/m3-km					
Rendimiento 2 = 217 m3-km/hora					
Rendimiento 3 = 1736 m3-km/día					
1. EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
Volqueta	1,00	35,00	35,00	0,0046	0,16
SUB TOTAL (M)					0,16
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	ORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
SUB TOTAL (N)					-
3. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
SUB TOTAL (O)					-
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUB TOTAL (P)					-
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0,16
	INDIRECTOS Y UTILIDADES			20%	0,03
	OTROS INDIRECTOS			0%	-
	COSTO TOTAL PROPUESTO			USD. \$	0,19

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)						
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN				
3	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM				
CAPITULO	OBRA VIAL	RUBRO		3,01		
DETALLE	Imprimación Asfáltica (incluido transporte)	UNIDAD		m2		
Rendimiento 1 = 0,0006 hora/m2						
Rendimiento 2 = 1667 m2/hora						
Rendimiento 3 = 13336 m2/día						
1. EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O)					0,000	
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1,00	16,00	16,00	0,0006	0,010	
DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1,00	40,00	40,00	0,0006	0,020	
SUB TOTAL (M)					0,030	
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
OP. BARREDORA	1,00	4,33	4,33	0,0006	0,003	
OP. DISTRIBUIDOR DE ASFALTO	1,00	4,33	4,33	0,0006	0,003	
PEON	4,00	4,05	16,20	0,0006	0,010	
SUB TOTAL (N)					0,015	
3. MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
ASFALTO RC 250	lt	1,62	0,40	0,648		
DIESEL	lt	0,03	0,27	0,008		
SUB TOTAL (O)					0,656	
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
TRANSPORTE DE ASFALTO DILUIDO	Tn-Km	0,10	0,20	0,02		
SUB TOTAL (P)					0,02	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				0,72	
	INDIRECTOS Y UTILIDADES				20%	0,14
	OTROS INDIRECTOS				0%	-
	COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$				0,86	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)					
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN			
3	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM			
CAPITULO	OBRA VIAL		RUBRO	3,02	
DETALLE	Capa de rodadura de Horm. Asfáltico mezclado en planta e=10cm (UNIDAD	m2	
Rendimiento 1 = 0,0045 hora/m2					
Rendimiento 2 = 222 m2/hora					
Rendimiento 3 = 1600 m2/día					
1. EQUIPOS					
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)					0,01
FINISHER 100HP	1,00	56,75	56,75	0,0045	0,26
RODILLO DE TAMDEN 119 HP	1,00	40,00	40,00	0,0045	0,18
RODILLO NEUMATICO 96 HP	1,00	25,08	25,08	0,0045	0,11
SUB TOTAL (M)					0,56
2. MANO DE OBRA					
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	ORNAL/HOR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
OP. ACABADORA DE PAVIMENTO	1,00	4,33	4,33	0,0045	0,02
OP. RODILLO AUTOPROPULSADO	2,00	4,33	8,66	0,0045	0,04
ENGRASADOR O ABASTECEDOR	1,00	4,10	4,10	0,0045	0,02
PEON	10,00	4,05	40,50	0,0045	0,18
SUB TOTAL (N)					0,26
3. MATERIALES					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
HORMIGON ASFALTICO	m3	0,07	154,00	10,01	
SUB TOTAL (O)					10,01
4. TRANSPORTE					
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
TRANSPORTE DE H ASFALTICO	M3.	4,48	0,23	1,03	
SUB TOTAL (P)					1,03
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA					
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	11,86
				INDIRECTOS Y UTILIDADES	20%
				OTROS INDIRECTOS	0%
				COSTO TOTAL PROPUESTO	USD. \$ 14,23

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)						
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN				
4	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM				
CAPITULO	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL		RUBRO	4,01		
DETALLE	Señalización Horizontal Longitudinal (Pintada de la vía 15 cm ar		UNIDAD	m.		
Rendimiento 1 = 0,0078 hora/m						
Rendimiento 2 = 128 m/hora						
Rendimiento 3 = 1024 m/día						
1. EQUIPOS						
DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)					0,010	
FRANJADORA	1,00	5,25	5,25	0,0078	0,040	
ESCOBA AUTOPROPULSADA	1,00	16,00	16,00	0,0078	0,120	
SUB TOTAL (M)					0,17	
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEGORIA)	CANTIDAD A	ORNAL/HOR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
OP. COMPRESOR	1,00	4,33	4,33	0,0078	0,030	
OP. BARREDORA AUTOPROPULS	1,00	4,33	4,33	0,0078	0,030	
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN	1,00	4,55	4,55	0,0078	0,040	
PEON	2,00	4,05	8,10	0,0078	0,060	
SUB TOTAL (N)					0,16	
3. MATERIALES						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PINTURA REFLECTIVA	gal	0,024	31,83	0,76		
DILUYENTE	gal	0,006	5,30	0,03		
MICROESFERAS	kg	0,070	2,69	0,19		
SUB TOTAL (O)					0,98	
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUB TOTAL (P)					-	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			1,31	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES			20%	0,26
		OTROS INDIRECTOS			0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$				1,57

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)							
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN					
4	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM					
CAPITULO	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL			RUBRO	4,02		
DETALLE	Demarcadores o Tachas reflectantes (2,8 km)			UNIDAD	u		
Rendimiento 1 = 0,1 hora/u							
Rendimiento 2 = 10 u/hora							
Rendimiento 3 = 80 u/día							
1. EQUIPOS							
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)						0,07	
EQUIPO MEZCLA BITUMINOSA (TACHA)		1,00	8,00	8,00	0,100	0,80	
SUB TOTAL (M)					0,87		
2. MANO DE OBRA							
DESCRIPCION (CATEGORIA)		CANTIDAD A	ORNAL/HOR. B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R	
OP. DE EQUIPO LIVIANO		1,00	4,10	4,10	0,100	0,41	
INSTALADOR DE REVESTIMIENTO		1,00	4,10	4,10	0,100	0,41	
MAESTRO MAYOR EN EJECUCIÓN		0,25	4,55	1,14	0,100	0,11	
PEON		1,00	4,05	4,05	0,100	0,41	
SUB TOTAL (N)					1,34		
3. MATERIALES							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
MARCADOR DE PAVIMENTO (SIN ESPIGO)		U	1,00	4,22	4,22		
ADHESIVO BITUMINOSO		lb	0,38	1,88	0,71		
SUB TOTAL (O)					4,93		
4. TRANSPORTE							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
SUB TOTAL (P)					-		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				7,14	
		INDIRECTOS Y UTILIDADES				20%	1,43
		OTROS INDIRECTOS				0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$				8,57	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)							
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN					
5	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM					
CAPITULO	SEÑALIZACIÓN VERTICAL			RUBRO	5,01		
DETALLE	Señales al lado de la carretera, código R 4-1 (600x600)			UNIDAD	u		
Rendimiento 1 = 0,5 hora/u							
Rendimiento 2 = 2 u/hora							
Rendimiento 3 = 16 u/día							
1. EQUIPOS							
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNITARIO D= C*R	
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)						0,32	
SOLDADORA		0,50	2,20	1,10	0,500	0,55	
SUB TOTAL (M)					0,87		
2. MANO DE OBRA							
DESCRIPCION (CATEGORIA)		CANTIDAD A	JORNAL HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNITARIO D= C*R	
PEON (E.O.E2)		1,00	4,05	4,05	0,500	2,03	
TECNICO ELECTROMECANICO DE		1,00	4,10	4,10	0,500	2,05	
SUB TOTAL (N)					4,08		
3. MATERIALES							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PLACA / ALUM. e=2 mm		m2	0,36	27,30	9,83		
PLATINA REF/ALUM. 1.12"x18"		m	2,40	1,10	2,64		
BASE/SOP. PLANCHA 1.22x2.44x3mm		u	0,01	93,50	0,94		
PERNO DE REFUERZO		u	2,00	0,70	1,40		
REMACHES		u	12,00	0,05	0,60		
PINTURA PRIMER GRIS		gal	0,09	34,70	3,12		
SCTOCHLITE TRANSPARENTE 3M (FONDO)		m2	0,36	32,50	11,70		
PAPEL REFLEC. GRAD/DIAMANTE (LEYENDA)		m2	0,14	75,00	10,50		
SOLDADURA 6011		kg	0,09	4,15	0,37		
PATA TUBO HG (2"x2 mm)		m	2,00	2,55	5,10		
SUB TOTAL (O)					46,20		
4. TRANSPORTE							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
TRANSPORTE DE MATERIAL		Gib	1,00	3,54	3,54		
SUB TOTAL (P)					3,54		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				54,69	
		INDIRECTOS Y UTILIDAD				20%	10,94
		OTROS INDIRECTOS				0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$				65,63	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)							
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN					
5	3/1/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM					
CAPITULO	SEÑALIZACIÓN VERTICAL			RUBRO	5,02		
DETALLE	Señales al lado de la carretera, código R 7-5 (450x600)			UNIDAD	u		
Rendimiento 1 = 0,5 hora/u							
Rendimiento 2 = 2 u/hora							
Rendimiento 3 = 16 u/día							
1. EQUIPOS							
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNITARIO D= C*R	
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)						0,32	
SOLDADORA		0,50	2,20	1,10	0,500	0,55	
SUB TOTAL (M)					0,87		
2. MANO DE OBRA							
DESCRIPCION (CATEGORIA)		CANTIDAD A	ORNAL/HOR B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNITARIO D= C*R	
PEON (E.O.E2)		1,00	4,05	4,05	0,500	2,03	
TECNICO ELECTROMECHANICO DE		1,00	4,10	4,10	0,500	2,05	
SUB TOTAL (N)					4,08		
3. MATERIALES							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B		
PLACA / ALUM. e=2 mm		m2	0,90	27,30	24,57		
PLATINA REF/ALUM. 1.12"x18"		m	5,40	1,10	5,94		
BASE/SOP.PLANCHA 1.22x2.44x3mm		u	0,04	93,50	3,74		
PERNO DE REFUERZO		u	2,00	0,70	1,40		
REMACHES		u	29,00	0,05	1,45		
PINTURA PRIMER GRIS		gal	0,23	34,70	7,98		
SCTOCHLITE TRANSPARENTE 3M (FONDO)		m2	0,90	32,50	29,25		
PAPEL REFLEC. GRADODIAMANTE (LEYENDA)		m2	0,36	75,00	27,00		
SOLDADURA 6011		kg	0,23	4,15	0,95		
PATA TUBO HG (2"x2 mm)		m	2,00	2,55	5,10		
SUB TOTAL (O)					107,39		
4. TRANSPORTE							
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B		
TRANSPORTE DE MATERIAL		Glb	1,00	7,22	7,22		
SUB TOTAL (P)					7,22		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				119,56	
		INDIRECTOS Y UTILID				20%	23,91
		OTROS INDIRECTOS				0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$				143,47	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)							
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN					
5	3/12/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM					
CAPITULO	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	RUBRO	5,03				
DETALLE	Señales al lado de la carretera, código R 4-4 (750x600)	UNIDAD	u				
Rendimiento 1 = 0,5 hora/u							
Rendimiento 2 = 2 u/hora							
Rendimiento 3 = 16 u/día							
1. EQUIPOS							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO		
	A	B	C= A*B	R	D= C*R		
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)					0,32		
SOLDADORA	0,50	2,20	1,10	7,333	8,07		
SUB TOTAL (M)					8,39		
2. MANO DE OBRA							
DESCRIPCION	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO UNITARIO		
(CATEGORIA)	A	B	C= A*B	R	D= C*R		
PEON (E.O.E2)	1,00	4,05	4,05	0,500	2,03		
TECNICO ELECTROMECANICO DE	1,00	4,10	4,10	0,500	2,05		
SUB TOTAL (N)					4,08		
3. MATERIALES							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO			
		A	B	C=A*B			
PLACA / ALUM. e=2 mm	m2	0,51	27,30	13,92			
PLATINA REF/ALUM. 1.12"x18"	m2	4,10	1,10	4,51			
BASE/SOP.PLANCHA 1.22x2.44x3mm	u	0,02	93,50	1,87			
PERNO DE REFUERZO	u	2,00	0,70	1,40			
DADO DE HORMIGÓN (40x40x40 cm) 180 kg/cm2	u	1,00	11,30	11,30			
REMACHES	u	16,00	0,05	0,80			
PINTURA PRIMER GRIS	gal	0,13	34,70	4,51			
SCOTCHLITE TRANSPARENTE 3M (FONDO)	m2	0,51	32,50	16,58			
PAPEL REFLEC. GRADODIAMANTE (LEYENDA)	m2	0,20	75,00	15,00			
SOLDADURA 6011	kg	0,13	4,15	0,54			
PATA TUBO HG (2"x2 mm)	m	2,00	2,55	5,10			
SUB TOTAL (O)					75,53		
4. TRANSPORTE							
DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO			
		A	B	C=A*B			
TRANSPORTE DE MATERIAL	Gib	1,00	4,63	4,63			
SUB TOTAL (P)					4,63		
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			92,63		
		INDIRECTOS Y UTILID.			20%	18,53	
		OTROS INDIRECTOS			0%	-	
		COSTO TOTAL PROPUESTO			USD. \$	111,16	

ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)						
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN				
5	3/12/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM				
CAPITULO	SEÑALIZACIÓN VERTICAL			RUBRO	5,04	
DETALLE	Señales al lado de la carretera, código P 1-5 D (600x600)			UNIDAD	u	
Rendimiento 1 = 0,5 hora/u						
Rendimiento 2 = 2 u/hora						
Rendimiento 3 = 16 u/día						
1. EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNITARIO D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.) SOLDADORA		0,50	2,20	1,10	0,500	0,32 0,55
SUB TOTAL (M)					0,87	
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEGORIA)		CANTIDAD A	JORNAL/HORA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNITARIO D= C*R
PEON (E.O.E2)		1,00	4,05	4,05	0,500	2,03
TECNICO ELECTROMECHANICO DE		1,00	4,10	4,10	0,500	2,05
SUB TOTAL (N)					4,08	
3. MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PLACA / ALUM. e=2 mm		m2	0,54	27,30	14,74	
PLATINA REF/ALUM. 1.12"x18"		m2	4,20	1,10	4,62	
BASE/SOP.PLANCHA 1.22x2.44x3mm		u	0,02	93,50	1,87	
PERNO DE REFUERZO		u	2,00	0,70	1,40	
REMACHES		u	17,00	0,05	0,85	
PINTURA PRIMER GRIS		gal	0,14	34,70	4,86	
SCTOCHLITE TRANSPARENTE 3M (FONDO)		m2	0,54	32,50	17,55	
PAPEL REFLEC. GRADODIAMANTE (LEYENDA)		m2	0,22	75,00	16,50	
SOLDADURA 6011		kg	0,14	4,15	0,58	
PATA TUBO HG (2"x2 mm)		m	2,00	2,55	5,10	
SUB TOTAL (O)					68,07	
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
TRANSPORTE DE MATERIAL		Gib	1,00	4,86	4,86	
SUB TOTAL (P)					4,86	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA		TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			77,88	
		INDIRECTOS Y UTILIDADE			20%	15,58
		OTROS INDIRECTOS			0%	-
		COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$				93,46

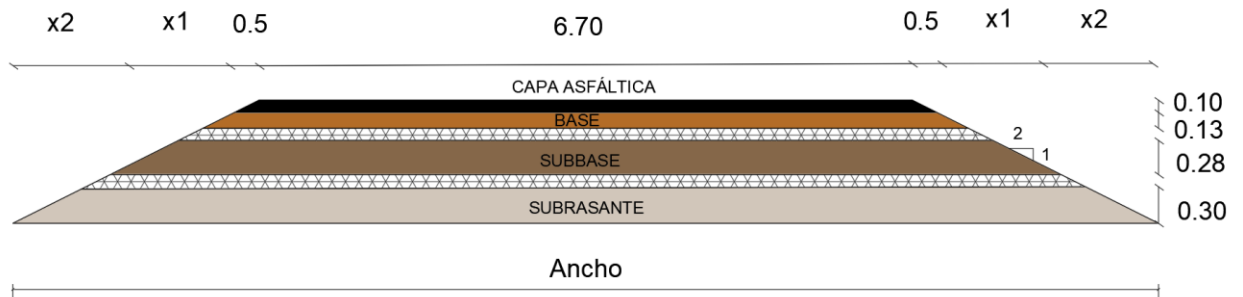
ANÁLISIS DE PRECIO UNITARIO (APU)						
CÓDIGO	FECHA DE CREACIÓN	PROYECTO DE CONSTRUCCIÓN				
5	31/12/2024	CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO DE 2,8 KM				
CAPITULO	SEÑALIZACIÓN VERTICAL			RUBRO	5,05	
DETALLE	Señales al lado de la carretera, código I (650x420)			UNIDAD	u	
Rendimiento 1 = 0,5 hora/u						
Rendimiento 2 = 2 u/hora						
Rendimiento 3 = 16 ud/día						
1. EQUIPOS						
DESCRIPCION		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE M.O.)						0,32
SOLDADORA		0,50	2,20	1,10	9,000	9,90
SUB TOTAL (M)					10,22	
2. MANO DE OBRA						
DESCRIPCION (CATEGORIA)		CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C= A*B	RENDIMIENTO R	COSTO UNTARIO D= C*R
PEON (E.O.E2)		1,00	4,05	4,05	0,500	2,03
TECNICO ELECTROMECHANICO DE		1,00	4,10	4,10	0,500	2,05
SUB TOTAL (N)					4,08	
3. MATERIALES						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	COSTO UNITARIO B	COSTO C=A*B	
PLACA / ALUM. e=2 mm		m2	1,17	27,30	31,94	
PLATINA REF/ALUM. 1.12"x18"		m2	7,80	1,10	8,58	
BASE/SOP.PLANCHA 1.22x2.44x3mm		u	0,05	93,50	4,68	
PERNO DE REFUERZO		u	2,00	0,70	1,40	
DADO DE HORMIGÓN (40x40x40 cm) 180 kg/cm2		u	1,00	11,30	11,30	
REMACHES		u	37,00	0,05	1,85	
PINTURA PRIMER GRIS		gal	0,29	34,70	10,06	
SCTOCHLITE TRANSPARENTE 3M (FONDO)		m2	1,17	32,50	38,03	
PAPEL REFLEC. GRAD/DIAMANTE (LEYENDA)		m2	0,47	75,00	35,25	
SOLDADURA 6011		kg	0,29	4,15	1,20	
PATA TUBO HG (2"x2 mm)		m	3,00	2,55	7,65	
SUB TOTAL (O)					151,94	
4. TRANSPORTE						
DESCRIPCION		UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
TRANSPORTE DE MATERIAL		Gib	1,00	8,71	8,71	
SUB TOTAL (P)					8,71	
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN EL IVA						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					174,95	
INDIRECTOS Y UTILIDAD					20%	34,99
OTROS INDIRECTOS					0%	-
COSTO TOTAL PROPUESTO USD. \$					209,94	

ANEXO D

CUANTIFICACIÓN

DE RUBROS

1.1 Trazado y Replanteo



Al ser una relación 2H:1V y tener un espesor de base y subbase igual a 0.41 m; se puede calcular el valor de x a través de:

$$x1 = \frac{0.41 * 2}{1} = 0.82 \text{ m}$$

$$x2 = \frac{0.30 * 2}{1} = 0.60 \text{ m}$$

$$\text{Ancho} = 6.70 + 2(0.5) + 2(0.82) + 2(0.60) = 10.54 \text{ m}$$

Teniendo un ancho total de diseño de carretera de 2742 km:

$$A_{TR} = \text{ancho} \times \text{longitud de carretera}$$

$$A_{TR} = 10.54 \times 2742 = 28901 \text{ m}^2$$

1.2 Desbroce y Limpieza

Se realiza el mismo proceso que ara el rubro anterior debido a que es la misma área para trabajar:

$$A_{DL} = \text{ancho} \times \text{longitud de carretera}$$

$$A_{DL} = 10.54 \times 2742 = 28901 \text{ m}^2$$

2.1 Relleno compactado con material

El volumen de relleno se lo obtuvo en secciones cada 20 m a través de programa civil 3D, como se puede ver a continuación:

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+000.00	0.14	6.57	0.00	0.00	0.00	0.00
0+020.00	0.23	0.45	3.62	70.27	3.62	70.27
0+040.00	1.33	0.01	15.57	4.74	19.19	75.01
0+060.00	1.65	0.19	30.20	2.03	49.39	77.03
0+080.00	5.73	0.22	75.75	4.10	125.14	81.13
0+100.00	1.84	0.00	75.77	2.15	200.91	83.28
0+120.00	2.25	0.00	40.97	0.00	241.88	83.28
0+140.00	2.41	0.00	46.61	0.00	288.49	83.28
0+160.00	3.29	0.00	56.94	0.00	345.43	83.28
0+180.00	3.16	0.00	64.44	0.00	409.87	83.28
0+200.00	4.20	0.00	73.58	0.00	483.45	83.28
0+220.00	5.32	0.00	95.19	0.00	578.64	83.28
0+240.00	5.36	0.00	106.77	0.00	685.41	83.28
0+260.00	3.14	0.00	84.98	0.00	770.40	83.28
0+280.00	4.70	0.00	78.41	0.00	848.81	83.28
0+300.00	4.74	0.00	94.39	0.00	943.20	83.28
0+320.00	4.02	0.00	87.63	0.00	1030.82	83.28
0+340.00	2.95	0.00	69.71	0.00	1100.53	83.28
0+360.00	3.67	0.00	66.14	0.00	1166.67	83.28
0+380.00	3.18	0.00	68.42	0.00	1235.10	83.28

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+400.00	4.16	0.00	73.39	0.00	1308.48	83.28
0+420.00	5.19	0.00	93.54	0.00	1402.03	83.28
0+440.00	6.12	0.00	113.10	0.00	1515.13	83.28
0+460.00	7.17	0.00	132.89	0.00	1648.02	83.28
0+480.00	7.27	0.00	144.42	0.00	1792.44	83.28
0+500.00	6.82	0.00	140.91	0.00	1933.35	83.28
0+520.00	6.37	0.00	131.88	0.00	2065.23	83.28
0+540.00	5.97	0.00	123.35	0.00	2188.58	83.28
0+560.00	5.62	0.00	115.89	0.00	2304.46	83.28
0+580.00	5.42	0.00	110.44	0.00	2414.90	83.28
0+600.00	5.84	0.00	112.59	0.00	2527.49	83.28
0+620.00	4.95	0.00	107.90	0.00	2635.39	83.28
0+640.00	4.14	0.00	90.90	0.00	2726.29	83.28
0+660.00	3.35	0.00	74.85	0.00	2801.14	83.28
0+680.00	3.19	0.00	65.39	0.00	2866.54	83.28
0+700.00	3.30	0.00	64.92	0.00	2931.46	83.28
0+720.00	3.87	0.00	71.66	0.00	3003.12	83.28
0+740.00	3.32	0.00	71.83	0.00	3074.95	83.28
0+760.00	4.79	0.00	81.03	0.00	3155.98	83.28
0+780.00	7.29	0.00	120.77	0.00	3276.75	83.28

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
0+800.00	9.65	0.00	169.42	0.00	3446.16	83.28
0+820.00	8.37	0.00	180.23	0.00	3626.40	83.28
0+840.00	6.15	0.00	145.20	0.00	3771.60	83.28
0+860.00	5.30	0.00	114.51	0.00	3886.11	83.28
0+880.00	4.85	0.00	101.53	0.00	3987.64	83.28
0+900.00	4.56	0.00	94.07	0.00	4081.71	83.28
0+920.00	4.30	0.00	88.58	0.00	4170.29	83.28
0+940.00	4.04	0.00	83.44	0.00	4253.73	83.28
0+960.00	3.74	0.00	77.84	0.00	4331.58	83.28
0+980.00	3.42	0.00	71.64	0.00	4403.21	83.28
1+000.00	3.12	0.00	65.46	0.00	4468.67	83.28
1+020.00	2.88	0.00	60.03	0.00	4528.70	83.28
1+040.00	3.05	0.00	59.32	0.00	4588.01	83.28
1+060.00	2.79	0.00	58.46	0.00	4646.48	83.28
1+080.00	3.65	0.00	64.49	0.00	4710.97	83.28
1+100.00	3.09	0.00	67.41	0.00	4778.38	83.28
1+120.00	4.08	0.00	71.67	0.00	4850.05	83.28
1+140.00	3.48	0.00	75.61	0.00	4925.66	83.28
1+160.00	4.78	0.00	82.60	0.00	5008.26	83.28
1+180.00	4.16	0.00	89.44	0.00	5097.70	83.28

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
1+200.00	5.36	0.00	95.28	0.00	5192.98	83.28
1+220.00	4.58	0.00	99.40	0.00	5292.38	83.28
1+240.00	5.78	0.00	103.53	0.00	5395.91	83.28
1+260.00	4.73	0.00	105.07	0.00	5500.97	83.28
1+280.00	4.04	0.00	87.72	0.00	5588.69	83.28
1+300.00	4.81	0.00	88.47	0.00	5677.16	83.28
1+320.00	4.48	0.00	92.89	0.00	5770.05	83.28
1+340.00	0.70	0.33	51.87	3.26	5821.92	86.54
1+360.00	1.82	0.00	25.33	3.25	5847.25	89.79
1+380.00	4.48	0.00	62.97	0.00	5910.23	89.79
1+400.00	7.06	0.00	115.36	0.00	6025.59	89.79
1+420.00	8.09	0.00	151.55	0.00	6177.14	89.79
1+440.00	8.09	0.00	161.79	0.00	6338.93	89.79
1+460.00	8.07	0.00	161.55	0.00	6500.48	89.79
1+480.00	6.91	0.00	149.78	0.00	6650.25	89.79
1+500.00	6.44	0.00	133.45	0.00	6783.70	89.79
1+520.00	6.55	0.00	129.91	0.00	6913.61	89.79
1+540.00	6.61	0.00	131.65	0.00	7045.26	89.79
1+560.00	6.42	0.00	130.31	0.00	7175.57	89.79
1+580.00	5.04	0.00	114.58	0.00	7290.15	89.79

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
1+600.00	5.32	0.00	103.64	0.00	7393.79	89.79
1+620.00	5.64	0.00	109.61	0.00	7503.40	89.79
1+640.00	6.13	0.00	117.63	0.00	7621.04	89.79
1+660.00	5.99	0.00	121.21	0.00	7742.25	89.79
1+680.00	6.05	0.00	120.39	0.00	7862.64	89.79
1+700.00	6.07	0.00	121.16	0.00	7983.80	89.79
1+720.00	5.15	0.00	112.19	0.00	8095.99	89.79
1+740.00	4.63	0.00	97.76	0.00	8193.75	89.79
1+760.00	4.96	0.00	95.86	0.00	8289.61	89.79
1+780.00	6.76	0.00	117.23	0.00	8406.84	89.79
1+800.00	5.67	0.00	124.35	0.00	8531.19	89.79
1+820.00	4.57	0.00	102.41	0.00	8633.60	89.79
1+840.00	5.84	0.00	103.54	0.00	8737.14	89.79
1+860.00	8.49	0.00	148.67	0.00	8885.81	89.79
1+880.00	6.14	0.00	148.86	0.00	9034.68	89.79
1+900.00	2.73	1.19	87.48	12.59	9122.16	102.38
1+920.00	2.43	4.60	51.54	57.81	9173.69	160.20
1+940.00	2.43	5.91	48.56	105.08	9222.26	265.28
1+960.00	2.46	5.66	48.84	115.73	9271.10	381.01
1+980.00	2.57	5.11	50.24	107.75	9321.34	488.76

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
2+000.00	2.70	4.55	52.73	96.68	9374.07	585.44
2+020.00	2.84	4.07	55.47	86.28	9429.54	671.73
2+040.00	3.34	3.70	61.77	77.77	9491.31	749.50
2+060.00	2.58	1.37	59.13	50.76	9550.44	800.26
2+080.00	3.02	0.00	55.98	13.72	9606.42	813.97
2+100.00	2.87	1.08	58.87	10.77	9665.29	824.75
2+120.00	3.33	1.81	61.95	28.87	9727.25	853.62
2+140.00	3.30	1.85	66.29	36.59	9793.54	890.20
2+160.00	3.36	1.62	66.57	34.71	9860.11	924.92
2+180.00	3.40	1.21	67.61	28.31	9927.72	953.22
2+200.00	3.30	1.03	67.06	22.42	9994.79	975.65
2+220.00	3.63	1.18	69.34	22.19	10064.12	997.84
2+240.00	3.46	1.40	70.91	25.82	10135.04	1023.66
2+260.00	3.12	1.65	65.77	30.51	10200.80	1054.17
2+280.00	3.02	1.11	61.39	27.69	10262.20	1081.86
2+300.00	2.55	3.49	55.69	46.03	10317.88	1127.89
2+320.00	2.89	5.00	54.39	84.88	10372.27	1212.77
2+340.00	3.63	2.98	65.26	79.83	10437.53	1292.61
2+360.00	3.90	0.00	75.32	29.83	10512.86	1322.44
2+380.00	3.46	0.00	73.48	0.00	10586.34	1322.44

Total Volume Table						
Station	Fill Area	Cut Area	Fill Volume	Cut Volume	Cumulative Fill Vol	Cumulative Cut Vol
2+400.00	3.25	1.24	67.17	12.38	10653.51	1334.81
2+420.00	3.59	2.45	68.79	36.10	10722.30	1370.91
2+440.00	3.11	4.23	66.94	66.87	10789.24	1437.78
2+460.00	3.16	6.60	62.64	108.32	10851.88	1546.10
2+480.00	3.10	8.64	62.62	152.38	10914.50	1698.48
2+500.00	3.26	8.67	63.61	173.13	10978.11	1871.61
2+520.00	2.67	7.58	59.27	162.53	11037.38	2034.14
2+540.00	3.53	6.22	61.97	138.00	11099.35	2172.15
2+560.00	4.69	5.35	82.19	115.75	11181.54	2287.90
2+580.00	4.71	5.86	94.02	112.13	11275.56	2400.03
2+600.00	3.12	7.03	78.05	129.92	11353.62	2529.95
2+620.00	1.74	2.62	47.90	99.04	11401.52	2628.99
2+640.00	2.16	0.00	38.62	26.80	11440.14	2655.79
2+660.00	3.24	0.24	54.35	2.36	11494.49	2658.15
2+680.00	2.99	0.00	60.15	2.61	11554.64	2660.76
2+700.00	27.79	0.00	310.21	0.00	11864.85	2660.76
2+720.00	1.15	1.07	287.00	11.56	12151.85	2672.32
2+740.00	0.21	0.00	12.52	12.29	12164.37	2684.61
2+742.00	0.00	0.00	0.17	0.00	12164.55	2684.61

Resultando un total de volumen de relleno de 12164 m^3

2.2 Suministro e instalación de Geomalla NTX 750

Para Geomalla entre la subrasante y la subbase:

$$A_{Geomalla1} = ancho_{Geo1} \times longitud \text{ de carretera}$$

$$A_{Geomalla1} = 9.34 \times 2742 = 25610.28 \text{ m}^2$$

Para Geomalla entre la subbase y base:

$$A_{Geomalla2} = ancho_{Geo2} \times longitud \text{ de carretera}$$

$$A_{Geomalla1} = 9.34 \times 2742 = 25610.28 \text{ m}^2$$

$$A_{Geototal} = 25610.28 + 25610.28 = 51220.56 \approx 51221$$

2.3 Acabado de la obra Básica

El ancho del acabado comprende el ancho total:

$$A_{OB} = \text{ancho} \times \text{longitud de carretera}$$

$$A_{OB} = 7.70 \times 2742 = 21113 \text{ m}^2$$

2.4 Base (e = 0,13 m)

Se calcula el área de la subbase en el trayecto de la carretera a diseñar, para en conjunto con el espesor obtener el volumen:

$$x = \frac{0.13 * 2}{1} = 0.26$$

$$\text{Ancho}_{base} = 6.70 + 2(0.5) + 2(0.26) = 8.22 \text{ m}$$

$$\text{Área}_{base} = 8.22 \times 2742 = 22539 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen}_{base} = 22539 \times 0.13 = 2930 \text{ m}^3$$

2.5 Sub-Base (e = 0,28 m)

$$\text{Área}_{subbase} = 9.34 \times 2742 = 25610 \text{ m}^2$$

$$\text{Volumen}_{base} = 25610 \times 0.28 = 7170 \text{ m}^3$$

2.6 Transporte de base y subbase (55 km)

Base:

$$\text{Transporte}_{base} = \text{Volumen}_{base} \times \text{km}_{recorridos}$$

$$\text{Transporte}_{base} = 2930 \times 55 = 161150 \text{ m}^3 * \text{km}$$

Subbase:

$$\text{Transporte}_{\text{subbase}} = \text{Volumen}_{\text{subbase}} \times \text{km}_{\text{recorridos}}$$

$$\text{Transporte}_{\text{subbase}} = 7170 \times 55 = 394350 \text{ m}^3 * \text{km}$$

$$\text{Total} = 161150 + 394350 = 555500$$

3.1 Imprimación Asfáltica (incluido transporte)

$$\text{Ancho} = 6.70 + 2(0.5) = 7.70 \text{ m}$$

$$\text{Área}_{\text{Imprimación}} = 7.70 \times 2742 = 21113 \text{ m}^2$$

3.2 Capa de rodadura de Horm. Asfáltico mezclado en planta (e=10 cm, 4") (Incluido transporte)

$$\text{Ancho} = 6.70 + 2(0.5) = 7.70 \text{ m}$$

$$\text{Área}_{\text{H.A}} = 7.70 \times 2742 = 21113 \text{ m}^2$$

4.1 Señalización Horizontal Longitudinal

Según la INEN, al ser la velocidad máxima mayor a 50 km/h el ancho de la línea debe ser de 0.15 m, siguiendo un patrón de 12 m, por lo que:

$$N_{\text{patrones}} = \frac{2742}{12} = 228.5 \approx 229$$

Al ser dos carriles el número total de patrones es:

$$N_{\text{total}} = 2 \times 229 = 458$$

Por lo que serán 458 líneas, considerando que cada línea tiene 3 m, la longitud total en metros a pintar de color blanco es:

$$Longitud = 458 \times 3 = 1374 \text{ m}$$

Velocidad máxima de la vía (km /h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 - 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

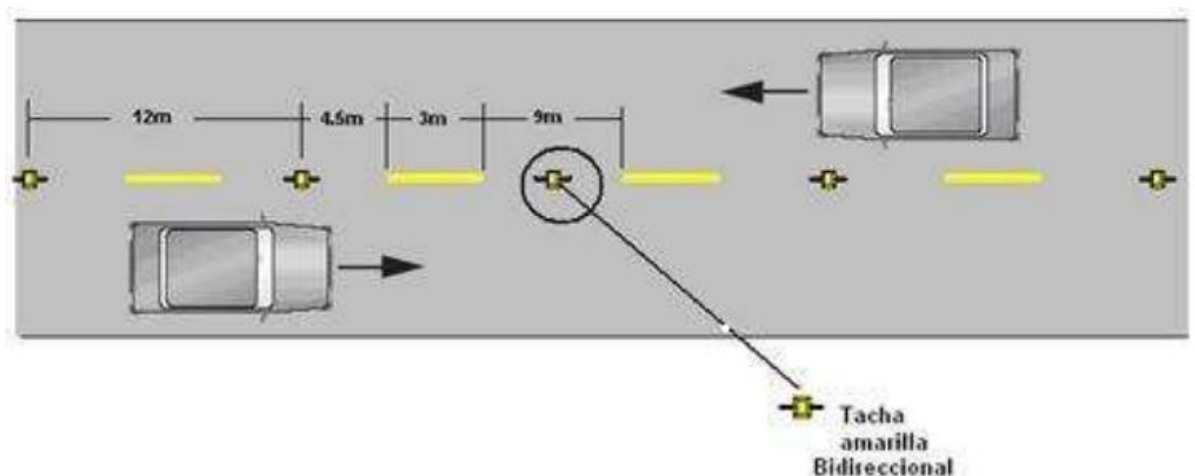
También se debe pintar una franja de color amarillo durante toda la carretera, por lo que la longitud a pintar de este color será de 2742 m.

$$L_{total} = 1374 + 2742 = 4116 \text{ m}$$

4.1 Demarcadores o Tachas reflectantes (2,8 km)

Según la INEN, se debe colocar una tacha amarilla bidireccional cada 12 m, por lo que la cantidad de tachas para la carretera será:

$$N_{tachas} = \frac{2742}{12} = 228.5 \approx 229 \text{ tachas}$$



5.1 Señales al lado de la carretera, código R4-1 (600x600)

Esta señalización indicará la velocidad de circulación máxima y se colocará cada 500 m. Iniciando en los 500, para seguir en los 1000, 1500, 2000 y 2500 m.

4.2 Señales al lado de la carretera, código R 7-5 (450x600)

Esta señalización nos indica el uso del cinturón de seguridad y se colocarán 2, una al inicio y en la mitad de la longitud de la carretera a los 1500 m.

4.3 Señales al lado de la carretera, código R 4-4 (750x600)

Esta señalización indica la reducción de velocidad y se colocará un tramo antes de cada curva, a los 1400 y 2400 m.

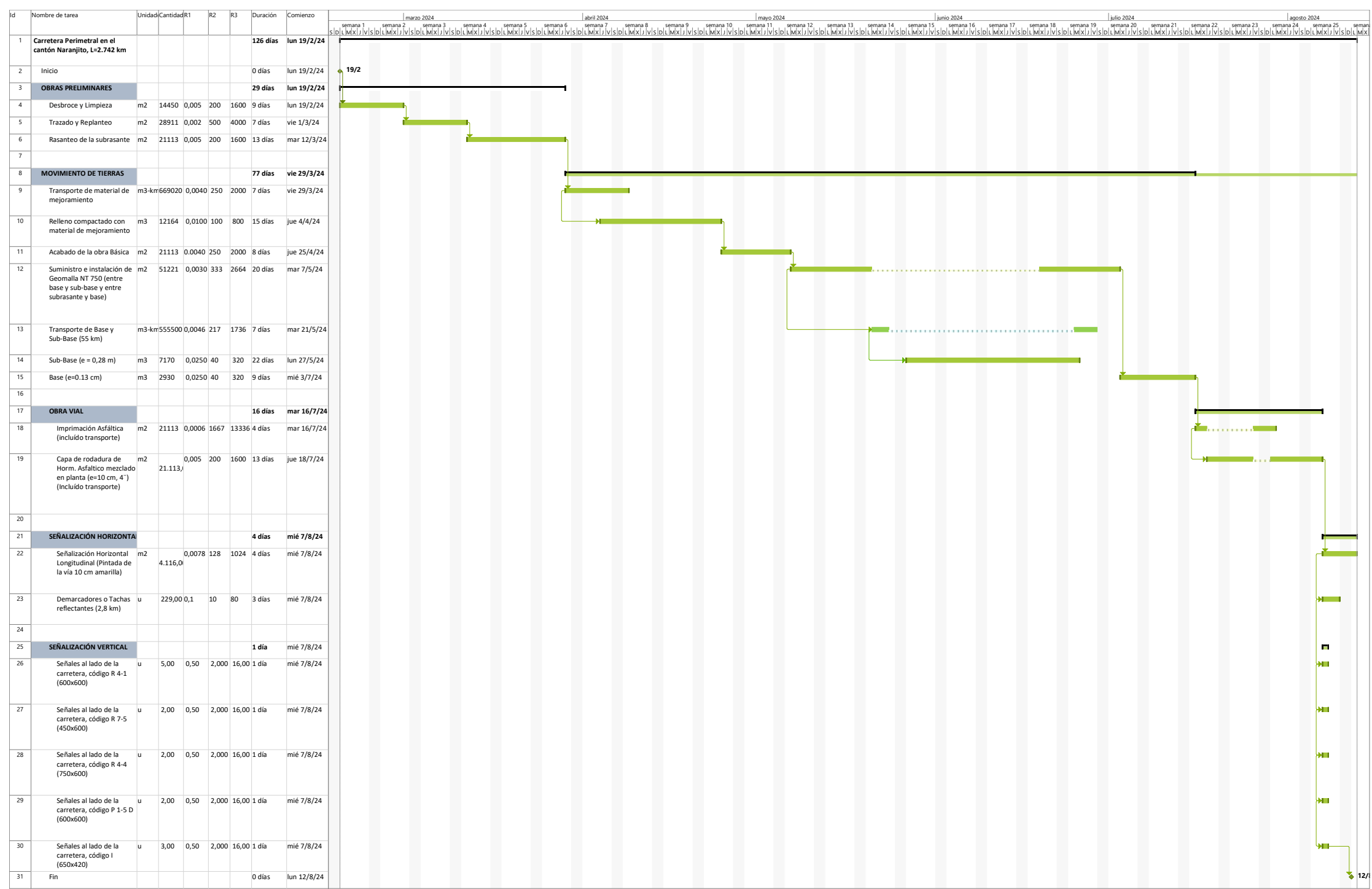
4.4 Señales al lado de la carretera, código P1-5D (600x600)

La señalización indica la aproximación de curvas en S, y estas serán colocadas a los 1600 m y a los 2400 m.

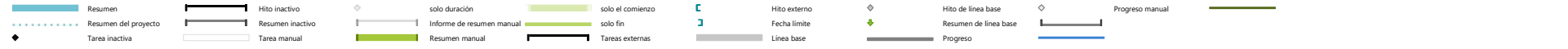
4.5 Señales al lado de la carretera, código I1-3C (650x420)

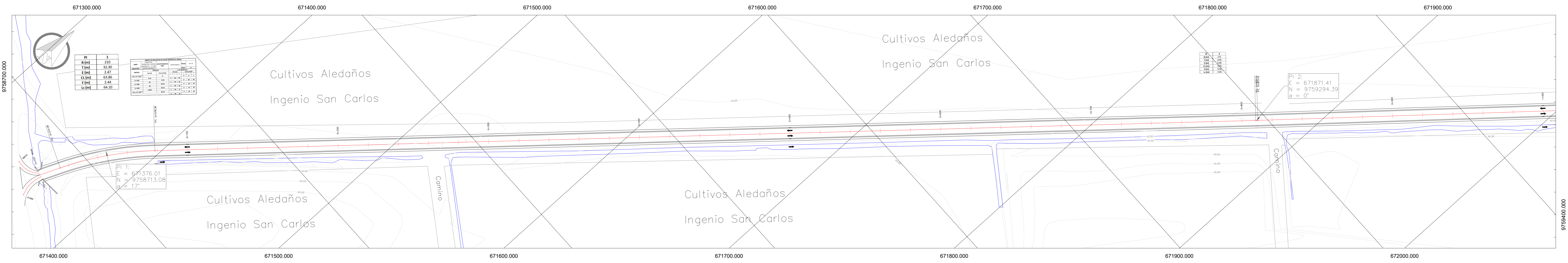
La señalización informa sobre lugares, ríos o ciudades; por lo que se colocará una al inicio indicando que es la vía Naranjito, al final indicando la existencia del estero “El Chorrón” y al final indicando la salida de la carretera a Naranjito-Bucay.

ANEXO E

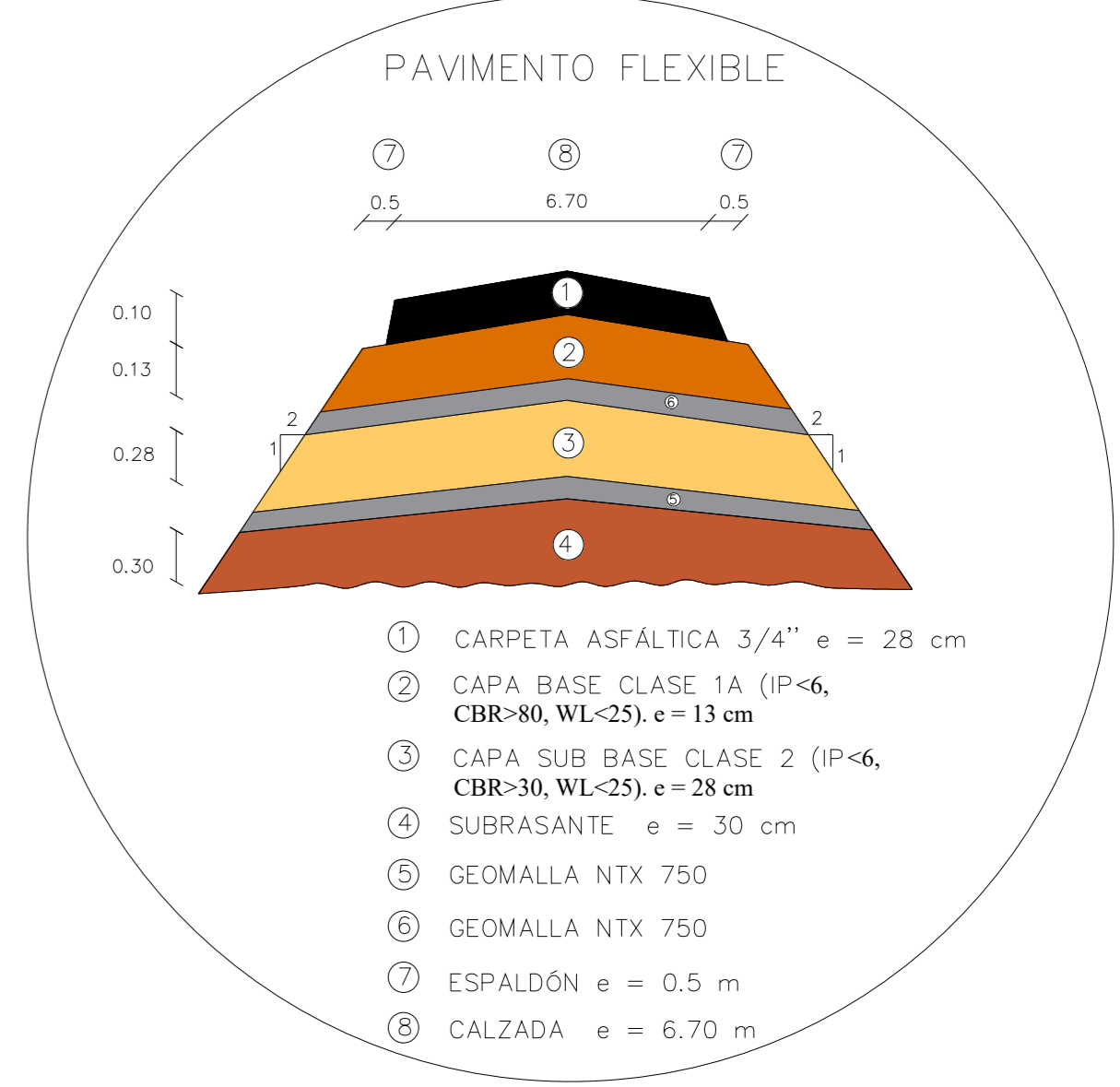


Proyecto: Cronograma_G33
Fecha: mié 24/1/24

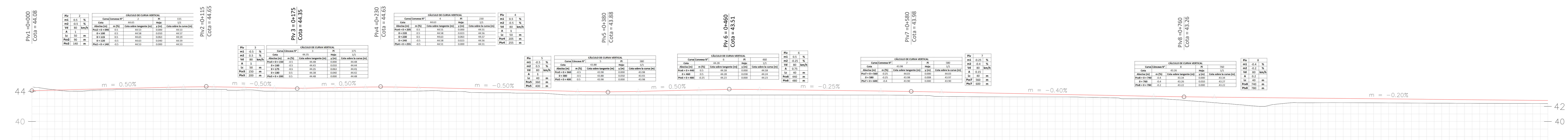




SECCIÓN TÍPICA



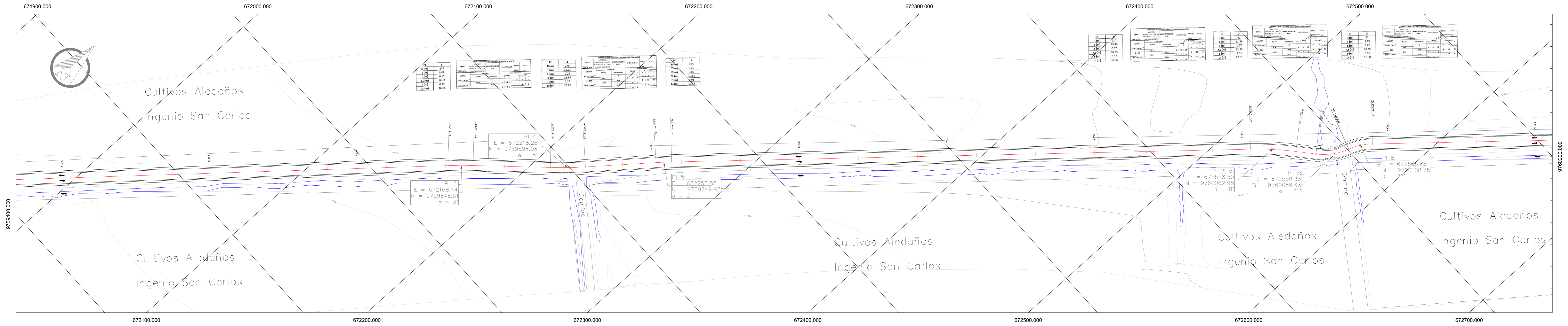
ESCALA VERTICAL - 1:200



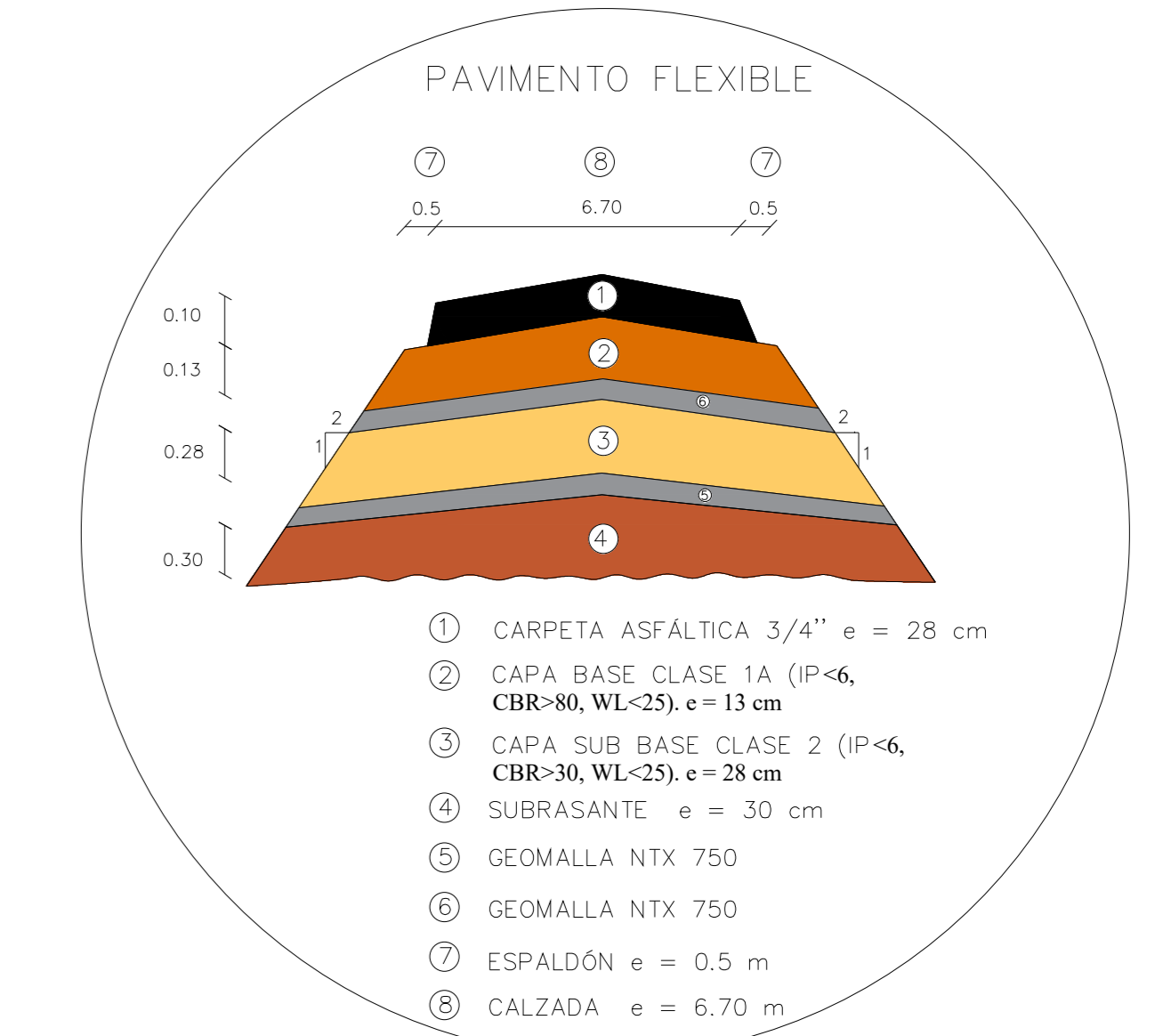
CORTE	RELLENO	ROJO	NEGRA	ABSCISA
0+000	44.08	44.08	44.08	0+000
0+050	44.08	44.08	44.08	0+050
0+100	44.08	44.08	44.08	0+100
0+150	44.08	44.08	44.08	0+150
0+200	44.08	44.08	44.08	0+200
0+250	44.08	44.08	44.08	0+250
0+300	44.08	44.08	44.08	0+300
0+350	44.08	44.08	44.08	0+350
0+400	44.08	44.08	44.08	0+400
0+450	44.08	44.08	44.08	0+450
0+500	44.08	44.08	44.08	0+500
0+550	44.08	44.08	44.08	0+550
0+600	44.08	44.08	44.08	0+600
0+650	44.08	44.08	44.08	0+650
0+700	44.08	44.08	44.08	0+700
0+750	44.08	44.08	44.08	0+750
0+800	44.08	44.08	44.08	0+800
0+850	44.08	44.08	44.08	0+850
0+900	44.08	44.08	44.08	0+900
0+950	44.08	44.08	44.08	0+950
1+000	44.08	44.08	44.08	1+000

ESCALA HORIZONTAL - 1:1000

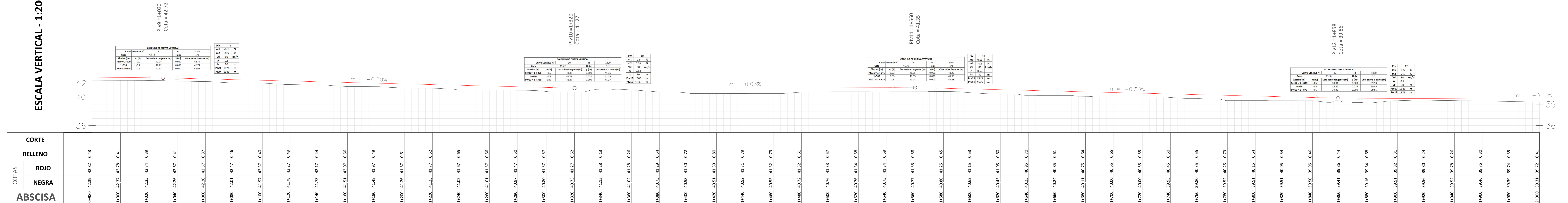
ESCUOLA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA DISEÑO DE UNA CARRETERA PARA TRÁFICO PESADO L=2.742 km Desde 0+000 hasta 1+000		
Tutor: Ph.D. Eduardo Santos Baquerizo		
Diseñado por: Melina Sánchez Jhon Franco	Ubicación: Provincia: Guayas Cantón: Naranjito Fecha: 26/01/24	Grupo: 33 Escala: 1:1000 Datum: UTM-WGS84 Zona: 17S Lámina: 1/3



SECCIÓN TÍPICA

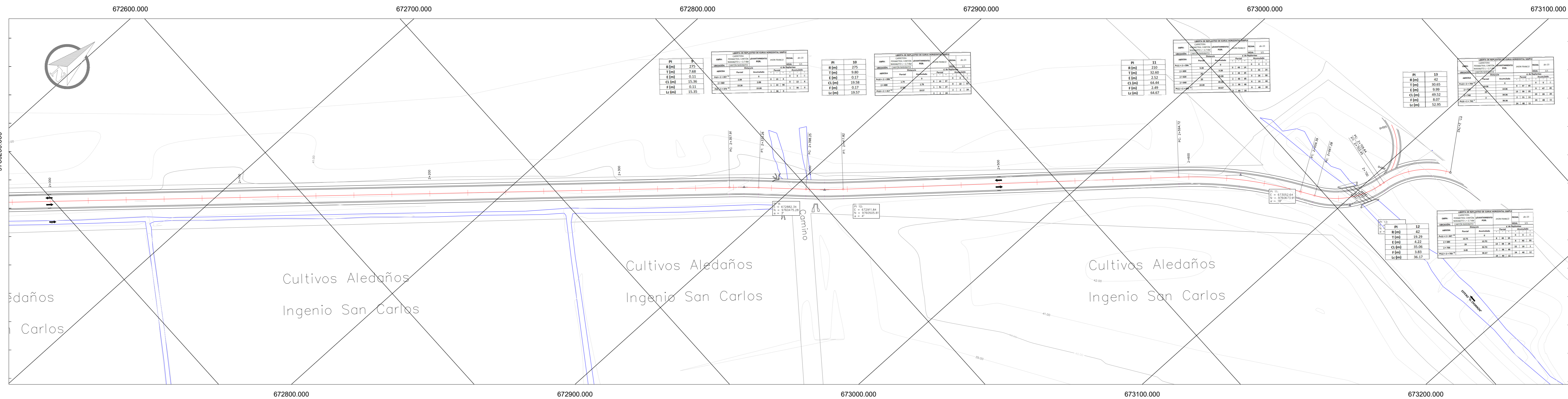


ESCALA VERTICAL - 1:200

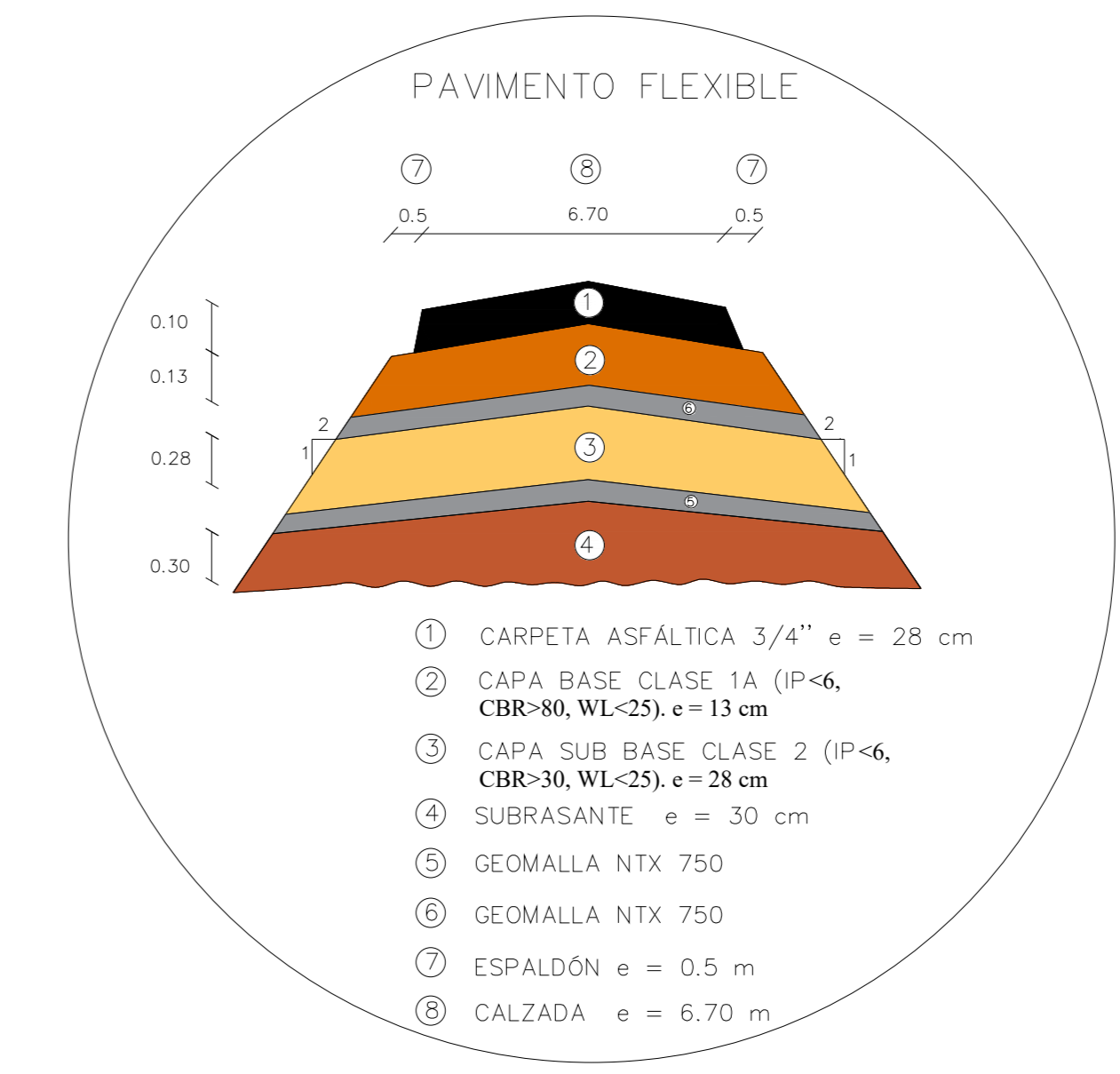


ESCALA HORIZONTAL - 1:1000

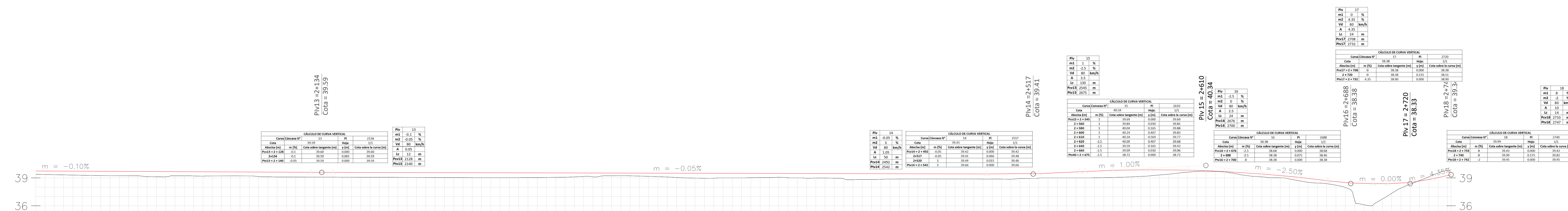
ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA DISEÑO DE UNA CARRETERA PARA TRÁFICO PESADO L=2.742 km Desde 1+000 hasta 2+000		
Tutor: Ph.D. Eduardo Santos Baquerizo		
Diseñado por: Melina Sánchez Jhon Franco	Ubicación: Provincia: Guayas Cantón: Naranjito Fecha: 26/01/24	Grupo: 33 Escala: 1:1000 Datum: UTM-WGS84 Zona: 17S Lámina: 2/3



SECCIÓN TÍPICA



ESCALA VERTICAL - 1:200



CORTE	RELLENO	ROJO	NEGRA	ABSCISA
				1980.39.39
				2000.39.31
				2020.39.24
				2040.39.14
				2060.39.02
				2080.39.21
				2100.39.15
				2120.39.09
				2140.39.08
				2160.39.07
				2180.39.06
				2200.39.05
				2220.39.03
				2240.39.03
				2260.39.06
				2280.39.12
				2300.39.02
				2320.39.09
				2340.38.06
				2360.39.00
				2380.39.07
				2400.38.08
				2420.38.01
				2440.38.08
				2460.39.09
				2480.39.09
				2500.38.08
				2520.38.08
				2540.39.01
				2560.39.05
				2580.39.05
				2600.39.02
				2620.38.02
				2640.38.02
				2660.38.02
				2680.38.02
				2700.38.00
				2720.38.03
				2740.39.00
				2742.39.05

ESCALA HORIZONTAL - 1:1000

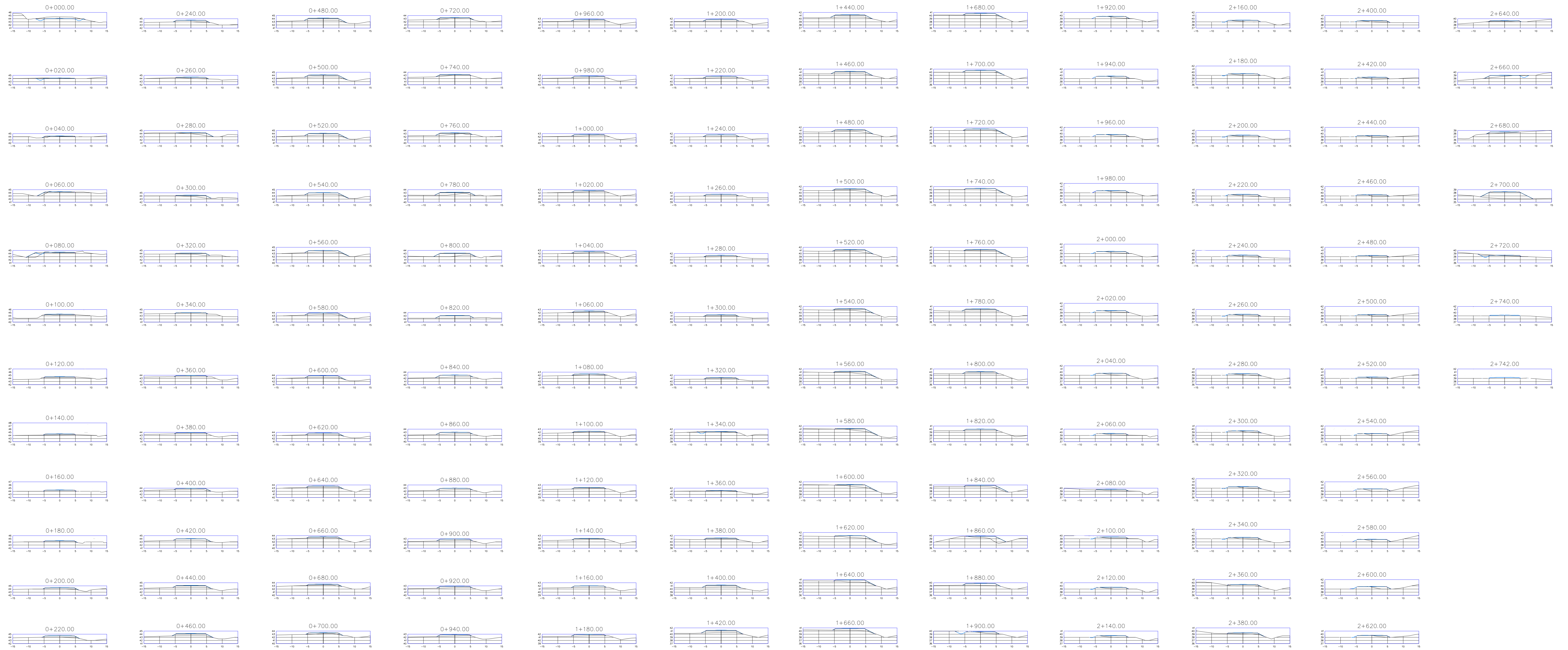
ESCUOLA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL
 FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA
 DISEÑO DE UNA CARRETERA PARA TRÁFICO PESADO L=2.742 km
 Desde 2+000 hasta 2+742

Tutor: Ph.D. Eduardo Santos Baquerizo

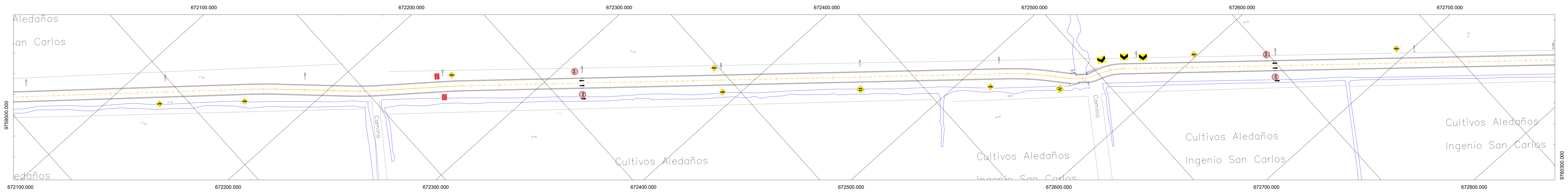
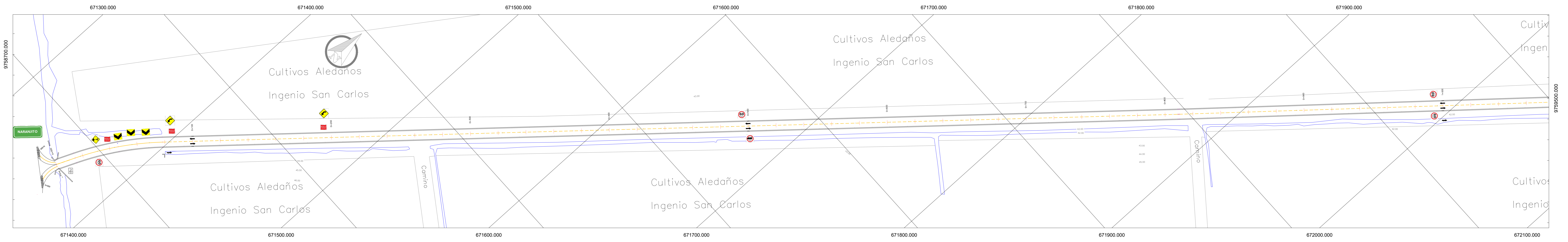
Ubicación: Provincia: Guayas
 Cantón: Noronjito
 Fecha: 26/01/24

Diseñado por:
 Melina Sánchez
 Jhon Franco

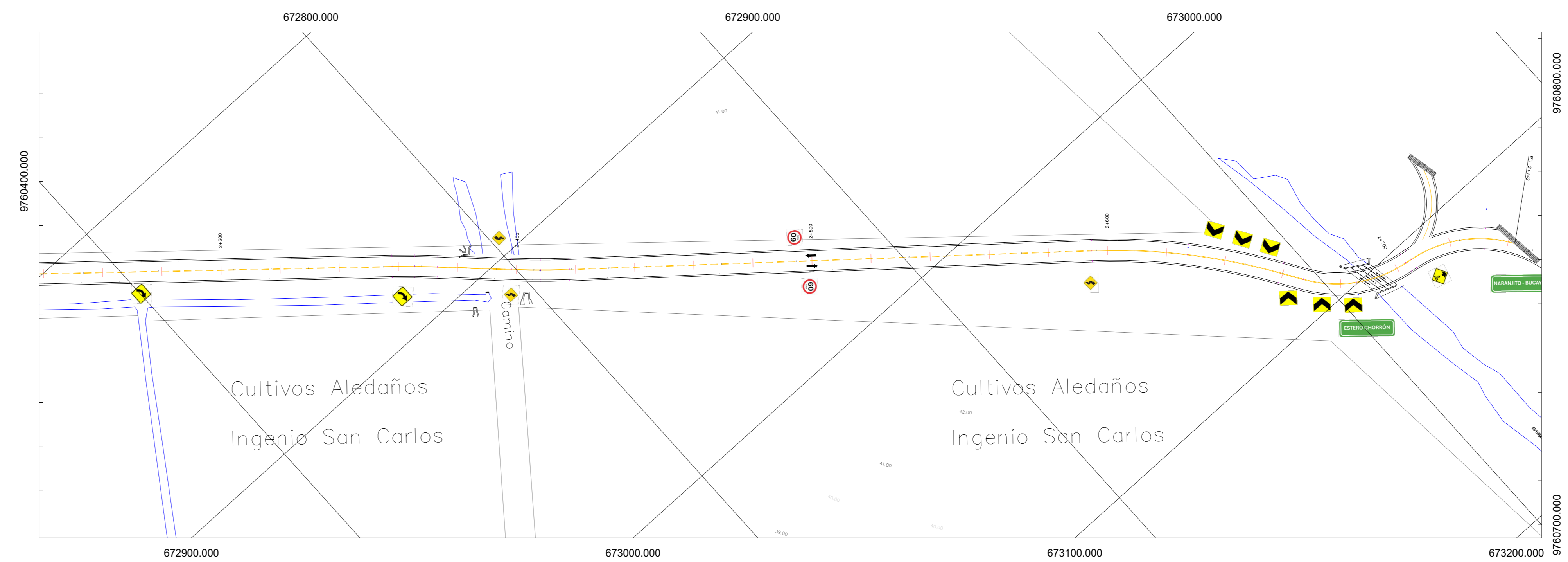
Grupo: 33
 Escala: 1:1000
 Datum: UTM-WGS84
 Zona: 17S
 Lámina: 1/1



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA DISEÑO DE UNA CARRETERA PARA TRÁFICO PESADO L=2.742 km CORTES TRANSVERSALES					
Tutor: Ph.D. Eduardo Santos Baquerizo					
Diseñado por: Melina Sánchez Jhon Franco	Ubicación: Provincia: Guayas Cantón: Noronjito Fecha: 26/01/24	Grupo: 33	Escala: 1:500	Datum: UTM-WGS84 Zona: 17S	Lámina: 1/1



SEÑALIZACIÓN VERTICAL	
PREVENTIVAS	D6-2D D6-2L D1-5I P3-5
	P1-4D P1-4I D1-5D P4-2
	P1-2I P1-2D
REGULATORIAS	R4-1 REDUZCA LA VELOCIDAD R7-5
INFORMATIVAS	NARANJITO NARANJITO - BUCAY ESTERO CHORRÓN
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	
LÍNEAS CONTINUAS	
TACHAS	
LÍNEAS SEÑALIZADAS	
TACHAS	



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL FACULTAD DE CIENCIAS DE LA TIERRA DISEÑO DE UNA CARRETERA PARA TRÁFICO PESADO L=2.742 km SEÑALIZACIÓN					
Tutor: Ph.D. Eduardo Santos Baquerizo					
Diseñado por: Melina Sánchez Jhon Franco	Ubicación: Provincia: Guayas Cantón: Naranjito Fecha: 28/12/23	Grupo: 33	Escala: 1:1000	Datum: UTM-WGS84 Zona: 175	Lámina: 1/1

DISEÑO DE UNA CARRETERA PERIMETRAL EN EL CANTÓN NARANJITO, L = 2.8 KM

PROBLEMA

El cantón Naranjito forma parte del trayecto de **miles de personas** hacia la provincia Chimborazo, región Sierra, además de ser una urbe de elevado comercio agrícola.

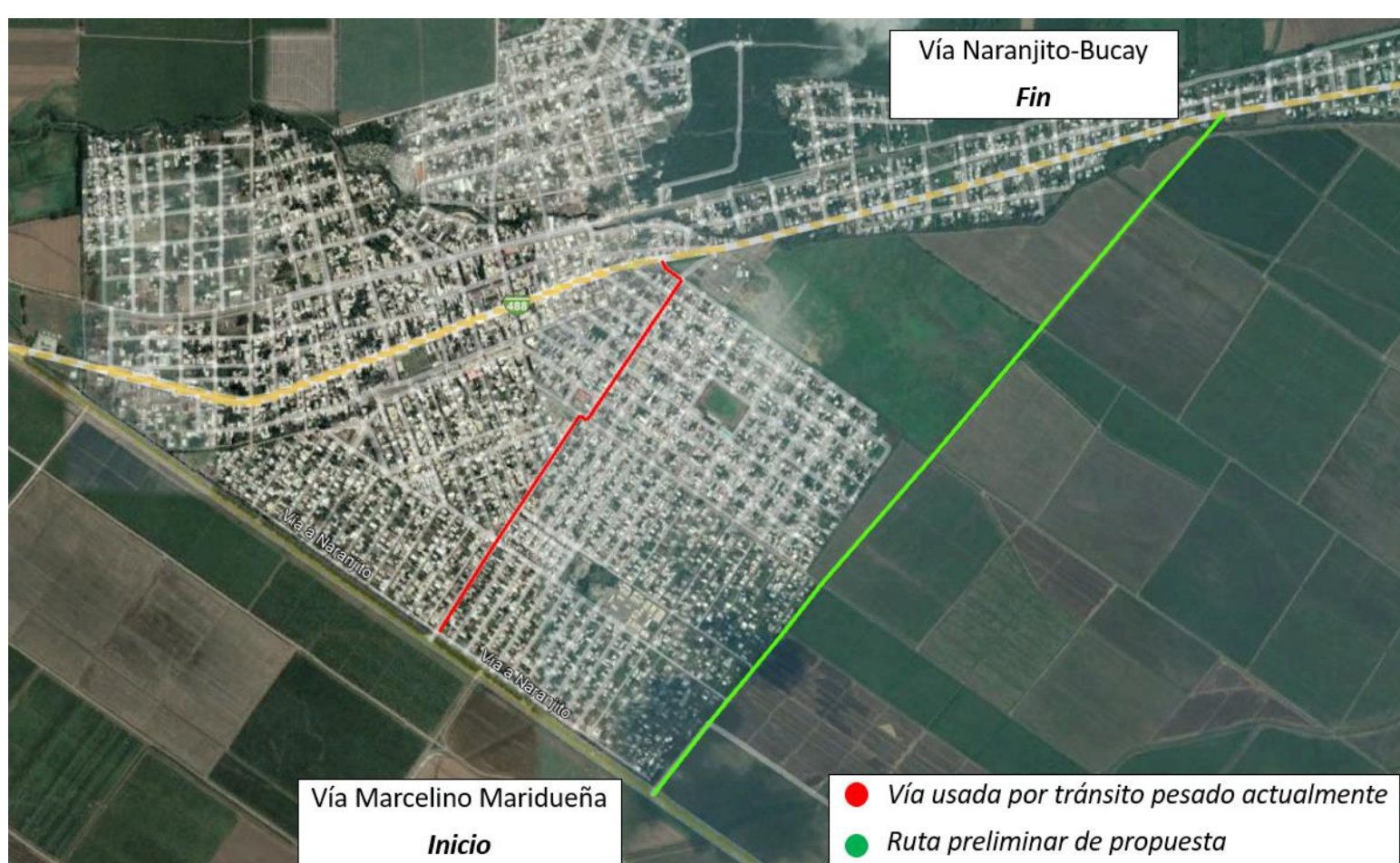
No obstante, el principal trayecto es a través de la ciudad, cuya calle **no cuenta con las dimensiones ni pavimentación necesaria** para la demanda existente de **vehículos pesados**.

Las **consecuencias** de aquello son:

- Congestión vehicular
- Deterioro acelerado de las vías internas del cantón
- Molestias y peligrosidad de accidentes para los transeúntes, debido al tráfico pesado



OBJETIVO GENERAL



❖ Diseñar una carretera perimetral para vehículos pesados que ofrezca **comodidad, seguridad y confort** a los usuarios en el cantón Naranjito, mediante el análisis de información de base como datos topográficos, datos hidrológicos, estudios de suelo y aforo de tránsito, usando el software Civil 3D en cumplimiento con la **Norma Ecuatoriana Vial**, considerando la **reducción del impacto ambiental** y **sostenibilidad** en el diseño.

PROPUESTA

Análisis y Procesamiento de Data

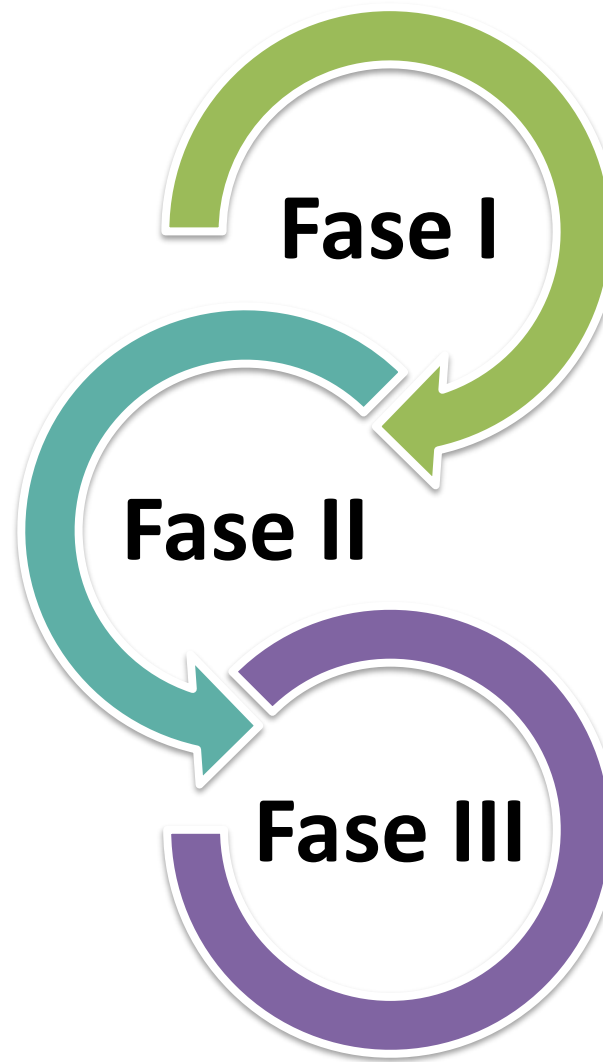
Trabajo de Gabinete:

- Curvas de nivel, Civil 3D
- Cálculo de TPDA, proyectado a 20 años



Trabajo de Laboratorio:

- Ensayos de mecánica de suelos; Granulometría, Límite líquido, Proctor modificado, CBR



Levantamiento de Datos

- Topografía, Dron y RTK
- Aforo de tránsito, 3 días
- Mecánica de suelos, calicatas y cono de densidad de campo

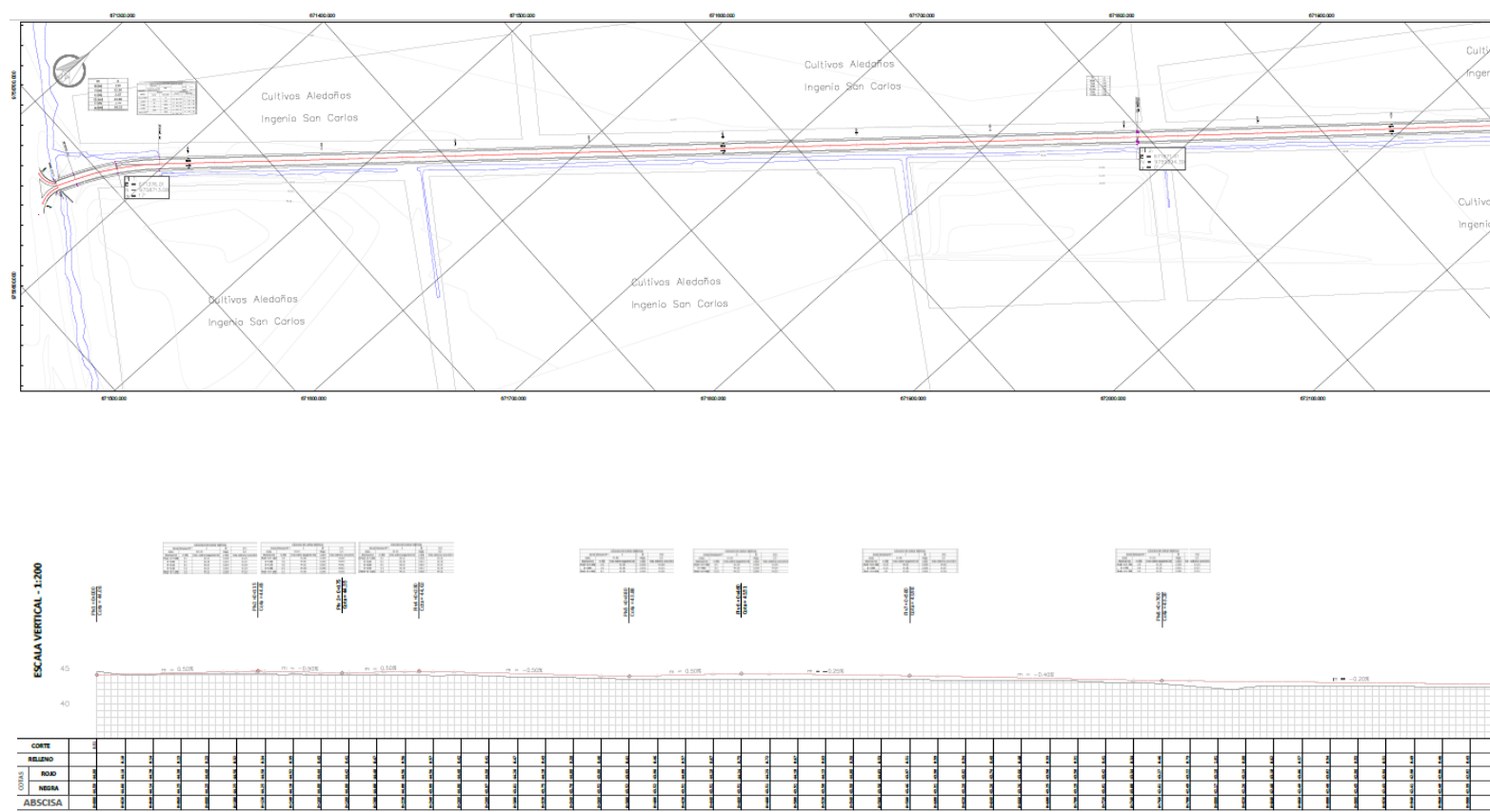
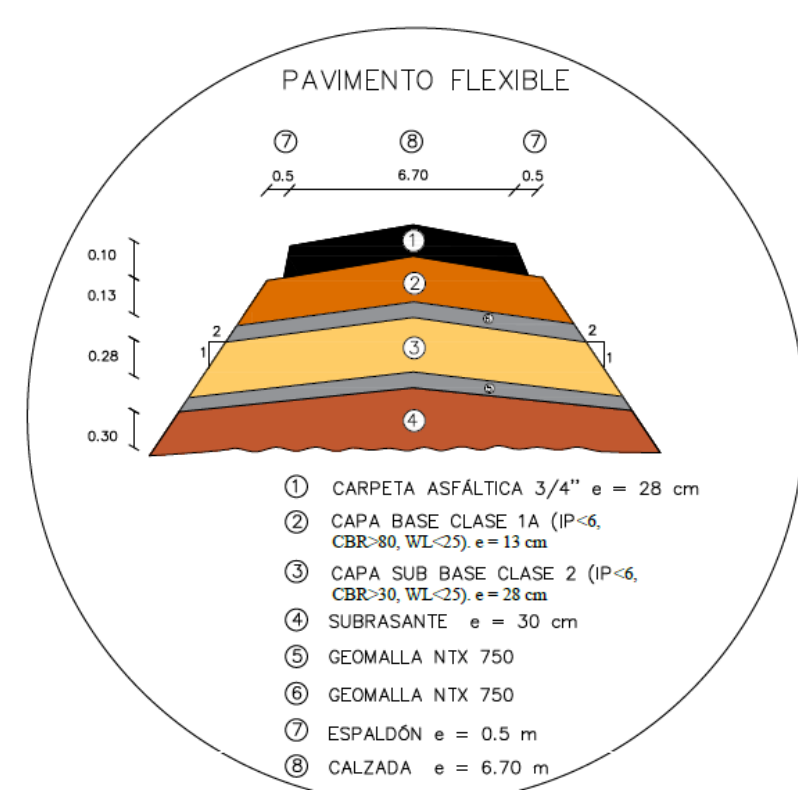


Diseño de la Propuesta

- Eje de la vía
- Curvas horizontales
- Curvas verticales y pendientes
- Señalización
- Diseño de Pavimento

RESULTADOS

SECCIÓN TÍPICA



Plano:

- Curvas horizontales
- Curvas verticales
- Señalización

- Sección típica del pavimento
- Presupuesto estimativo de obra, incluye APUs y especificaciones técnicas
- Cronograma de la obra

Uso de geomalla

CONCLUSIONES



El diseño suple la necesidad del cantón Naranjito, de una **carretera perimetral** que ofrezca **comodidad, seguridad y confort** a sus usuarios, en cumplimiento con la **Norma Ecuatoriana Vial** y considerando la **reducción del impacto ambiental y sostenibilidad**.



Se realizó un **presupuesto económico** con **materiales sostenibles** que garantiza la **calidad del proyecto**, en beneficio de la comunidad de Naranjito.



Se realizó el **estudio topográfico, de suelo y aforo vehicular existente**, según la necesidad del proyecto.